

**ASPECTOS ECOLÓGICOS Y MORFOLÓGICOS DE *Luidia senegalensis*  
(ECHINODERMATA: ASTEROIDEA) ASOCIADOS A LA CAPTURA INCIDENTAL DE LA  
PESCA DE ARRASTRE EN EL SUR DEL GOLFO DE MORROSQUILLO, CARIBE  
COLOMBIANO**

**CAMILA ANDREA HINCAPIÉ MORENO**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
MONTERÍA - CÓRDOBA  
2020**

**ASPECTOS ECOLÓGICOS Y MORFOLÓGICOS DE *Luidia senegalensis*  
(ECHINODERMATA: ASTEROIDEA) ASOCIADOS A LA CAPTURA INCIDENTAL DE LA  
PESCA DE ARRASTRE EN EL SUR DEL GOLFO DE MORROSQUILLO, CARIBE  
COLOMBIANO**

**CAMILA ANDREA HINCAPIÉ MORENO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Biólogo**

**DIRECTOR:**

**JORGE ALEXANDER QUIRÓS RODRÍGUEZ, MSc.  
Docente, Programa de Biología, Universidad de Córdoba**

**CODIRECTOR:**

**CARLOS ANDRÉS NISPERUZA PÉREZ, MSc. (c)  
Docente, Programa de Biología, Universidad de Córdoba**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**PROGRAMA DE BIOLOGÍA**

**MONTERÍA – CÓRDOBA**

**2020**

La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del trabajo será solo de los autores (Artículo 61 del estatuto de investigación y extensión de la universidad de Córdoba, acuerdo No 093 del 26 de noviembre de 2002).

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

**JORGE ALEXANDER QUIRÓS RODRÍGUEZ M.Sc.**

Director de trabajo de grado

Universidad de Córdoba

---

**CARLOS ANDRÉS NISPERUZA PERÉZ M.Sc. (c)**

Codirector del trabajo de grado

Universidad de Córdoba

---

**LUZ MARINA ARIAS REYES Esp.**

Jurado Evaluador

Universidad de Córdoba

---

**ESCILDA ROSA RODRIGUEZ CALONGE**

Jurado Evaluador

Universidad de Córdoba

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por todas sus bendiciones.

A la Universidad de Córdoba y al cuerpo de docentes del programa de Biología por hacer parte de nuestra formación profesional y crecimiento personal.

A mis directores Jorge Alexander Quirós Rodríguez y Carlos Andrés Nisperuza Pérez por su orientación, asesorías y apoyo incondicional.

A mis jurados Luz Marina Arias Reyes y Escilda Rodríguez Calonge por su tiempo y dedicación durante el desarrollo de este trabajo.

A los pescadores de la Región de San Antero, en especial al señor Tomás Ladeus Álvarez y Willinton Julio Banquet por su colaboración en campo.

A Ladis Negrete, Sindy Caraballo, María Fernanda Fernández, María José Caraballo y Carlos Nisperuza por su colaboración en los muestreos.

Al Biólogo Juan Camilo Vergara por su ayuda en los análisis estadísticos.

A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido durante el desarrollo de la carrera.

A mis amigos con los que compartí durante todo este proceso, por su apoyo y amistad sincera.

## DEDICATORIA

*“Dedico este trabajo de grado con mucho cariño y amor principalmente a mis padres por todo el apoyo incondicional que me brindaron, familia y amigos por los consejos, motivación y apoyo durante todo este proceso académico y de vida.”*

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	13
1. OBJETIVOS.....	15
1.1. OBJETIVO GENERAL .....	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
2. ESTADO DEL ARTE .....	16
2.1. ANTECEDENTES .....	16
2.2. MARCO TEORICO .....	17
2.2.1. Generalidades .....	17
2.2.2. Importancia Ecológica .....	17
2.2.3. Clasificación .....	18
2.2.4. Descripción .....	18
2.2.5. Distribución Global .....	18
2.2.6. Notas Ecológicas.....	19
2.2.7. Pesca de arrastre artesanal .....	20
3. DISEÑO METODOLÓGICO .....	21
3.1. ÁREA DE ESTUDIO .....	21
3.2. FASE DE CAMPO.....	22
3.3. FASE DE LABORATORIO.....	24
3.4. ANÁLISIS DE DATOS .....	24
4. RESULTADOS.....	25
4.1. GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO POR SECTORES.....	25
4.2. NÚMERO DE INDIVIDUOS COLECTADOS POR SECTOR Y ÉPOCA DE MUESTREO .....	25
4.3. DENSIDAD POBLACIONAL.....	27
4.4. ESTRUCTURA DE TALLAS.....	29
5. DISCUSIÓN.....	32
5.1. ABUNDANCIA Y DENSIDAD DE LAS POBLACIONES <i>DE L. SENEGALENSIS</i> .....	32
5.2. RELACIÓN DEL TIPO DE SUSTRATO SOBRE LA ABUNDANCIA DE <i>L. senegalensis</i> .....	32
5.3. TALLA Y ESTADO DE MADUREZ DE <i>L. senegalensis</i> EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	33
5.4. EFECTOS DE LA PESCA DE ARRASTRE DE CAMARÓN SOBRE LA ESPECIE <i>L. senegalensis</i> .....	34

<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>46</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Vista aboral de <i>L. senegalensis</i> (Fotografía: Giomar Borrero y Milena Benavides) .....	19
<b>Figura 2.</b> <i>Luidia senegalensis</i> (A-D) A. Vista abactinal B. Vista actinal y detalle de la boca. C. Vista abactinal del brazo con paxila, y D. Vista actinal de brazo con canales radiales. Modificado de Gondim et al. (2014). .....	20
<b>Figura 3.</b> Chinchorro, arte de pesca artesanal empleada en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe Colombiano. Tomado de la FAO (2005). .....	21
<b>Figura 4.</b> Área de estudio y ubicación de los sectores de muestreos: Punta Terraplén y Punta Bonita en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. ....	22
<b>Figura 5.</b> Contabilización y medición in situ de los especímenes colectados de <i>L. senegalensis</i> .....	23
<b>Figura 6.</b> Medición de los radios de <i>Luidia senegalensis</i> . A) radio mayor y B) radio menor.....	23
<b>Figura 7.</b> Selección y Preservación de algunos especímenes de <i>Luidia senegalensis</i> . .	24
<b>Figura 8.</b> Abundancia total de <i>L. senegalensis</i> por época climática en dos sectores del sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. ....	26
<b>Figura 9.</b> Abundancia total de <i>L. senegalensis</i> por sectores de estudio en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. ....	27
<b>Figura 10.</b> Densidad promedio de <i>L. senegalensis</i> por sectores de estudio en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. ....	28
<b>Figura 11.</b> Distribución y densidad (ind/m <sup>2</sup> ) por época climática y sector de muestreo en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. ....	28
<b>Figura 12.</b> Estructura de tallas de <i>L. senegalensis</i> en época seca y lluvias examinadas en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. ....	30
<b>Figura 13.</b> Análisis de componentes principales de las variables (Trimed- densidad- frecuencia) y su relación con la época climática y sustrato.....	30
<b>Figura 14.</b> (Árbol de decisión- algoritmo: Party) modelado del comportamiento de <i>L. senegalensis</i> por la preferencia de sustratos influenciado por la época climática. ....	31

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Porcentaje de los diferentes componentes del sustrato en los sectores de muestreo. Tipo de Sustratos para los sectores Punta Terraplén y Punta Bonita. ....	25
<b>Tabla 2.</b> Total de individuos de <i>L. senegalensis</i> colectados en las dos localidades de muestreo .....	26

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO A.</b> Base de datos de época lluviosa, sustrato y medidas de radio mayor y menor de <i>L. senegalensis</i> .	46
<b>ANEXO B.</b> Base de datos de época seca, sustrato y medidas de radio mayor y menor de <i>L. senegalensis</i> .	47
<b>ANEXO C.</b> Descripción de los datos de densidad de <i>L. senegalensis</i> obtenidos en el muestreo.	47
<b>ANEXO D.</b> Histogramas con distribución normal de las variables (arrastre, Radios mayor y Radio menor).	48
<b>ANEXO E.</b> Descripción de los datos de densidad de <i>L. senegalensis</i> por sector de muestreo.	48
<b>ANEXO F.</b> Descripción de los datos de densidad de <i>L. senegalensis</i> por época climática.	49
<b>ANEXO G.</b> Estructura de tallas (regla de Sturges) de <i>L. senegalensis</i> , radio mayor R y su respectivo histograma.	50
<b>ANEXO H.</b> Estructura de tallas (regla de Sturges) de <i>L. senegalensis</i> , radio menor r y su respectivo histograma.	51
<b>ANEXO I.</b> ACP-análisis multivariado.	52
<b>ANEXO J.</b> Modelo de clasificación (árbol de decisión- algoritmo: party).	53
<b>ANEXO K.</b> Pescadores del sur del golfo de Morrosquillo utilizando chinchorro camaronero.	54
<b>ANEXO L.</b> <i>Luidia senegalensis</i> como fauna acompañante de la pesca de interés comercial.	54

## RESUMEN

*Luidia senegalensis*, ha sido objeto de escasos estudios en el caribe colombiano, actualmente se considera una especie amenazada en diversas zonas del Caribe, Brasil y Colombia. Por esto, se planteó como objetivo evaluar los aspectos ecológicos y morfológicos de las poblaciones de *L. senegalensis* capturados incidentalmente por la pesca de arrastre en el sur del golfo de Morrosquillo. Para ello se llevaron a cabo muestreos en los meses de noviembre de 2019 y febrero de 2020 en dos sectores del sur del golfo de Morrosquillo, en los cuales se realizaron tres arrastres de red en cada uno teniendo en cuenta dos épocas climáticas contrastantes (seca y lluvia), los individuos colectados se contaron y midieron *in situ*; adicionalmente se analizó las muestras de sustratos de los dos sitios de muestreo, obteniendo un fondo (fango-arenoso) para Punta Terraplén y (arenoso) para Punta Bonita. La densidad promedio de *L. senegalensis* para Punta Terraplén fue  $0.010 \pm 0.005$  ind/m<sup>2</sup>, siendo esta mayor que la densidad registrada para el sector de Punta Bonita cuyo valor fue  $0.008 \pm 0.002$  ind/m<sup>2</sup>. El promedio de tallas para radio mayor (R) fue  $7.23 \pm 1.63$  cm en época de lluvia, presentando valores máximos de 10 cm y mínimos de 2.8 cm y para la época seca se tuvo un promedio de  $7.09 \pm 1.56$  cm con valor máximo de 11.3 cm y mínimo de 5.3 cm. Punta Terraplén presentó un promedio de tallas para radio mayor (R) igual a  $7.31 \pm 1.40$  cm, siendo este mayor al registrado en Punta Bonita  $6.91 \pm 1.48$  cm. Los aspectos ecológicos estudiados en este trabajo de investigación generan información de gran importancia para tener referencias asociadas a la ecología de esta especie y poder sentar bases para nuevas investigaciones.

**Palabras claves:** Densidad, estructura de tallas, sustratos, golfo de Morrosquillo, *Luidia senegalensis*.

## ABSTRACT

*Luidia senegalensis*, has been the subject of few studies in the Colombian Caribbean, currently it is considered a threatened species in various areas of the Caribbean, Brazil and Colombia. For this reason, the objective was to evaluate the ecological and morphological aspects of the *L. senegalensis* populations incidentally captured by trawling in the southern Gulf of Morrosquillo. For this, samplings were carried out in the months of November 2019 and February 2020 in two sectors of the southern Gulf of Morrosquillo, in which three trawl trawls were carried out in each one taking into account two contrasting climatic seasons (dry and rain), the collected individuals were counted and measured in situ; Additionally, the substrate samples from the two sampling sites were analyzed, obtaining a bottom (muddy-sandy) for Punta Terraplén and (sandy) for Punta Bonita. The average density of *L. senegalensis* for Punta Terraplén was  $0.010 \pm 0.005$  ind / m<sup>2</sup>, this being higher than the density registered for the Punta Bonita sector, whose value was  $0.008 \pm 0.002$  ind / m<sup>2</sup>. The average of sizes for the largest radius (R) was  $7.23 \pm 1.63$  cm in the rainy season, presenting maximum values of 10 cm and minimum of 2.8 cm and for the dry season there was an average of  $7.09 \pm 1.56$  cm with a maximum value of 11.3 cm and a minimum of 5.3 cm. Punta Terraplén presented an average of sizes for a greater radius (R) equal to  $7.31 \pm 1.40$  cm, this being greater than that registered in Punta Bonita  $6.91 \pm 1.48$  cm. The ecological aspects studied in this research work generate information of great importance to have references associated with the ecology of this species and to be able to lay the foundations for new research.

**Keywords:** Density, size structure, substrates, Gulf of Morrosquillo, *Luidia senegalensis*

## 1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos albergan una gran diversidad, sin embargo, están sujetos a múltiples perturbaciones ya que se encuentran bajo la influencia de diversas actividades humanas como las pesquerías no reguladas, la contaminación, la destrucción de hábitats, y recientemente, el cambio climático inducido por la emisión de gases de invernadero (Halpern *et al.*, 2007; Crain *et al.*, 2008). Por otra parte, los fondos blandos constituyen uno de los mayores ecosistemas marinos del mundo con 2660 millones de hectáreas. Son el sustrato predominante en las zonas marinas jurisdiccionales colombianas (Guzmán y Solano, 2002; Calva, 2002). Estos ecosistemas están conformados por la acumulación de partículas sedimentarias (gravas, arenas, arcillas, cienos y limos) y es un sustrato inestable y de baja complejidad topográfica y que ofrece alimento y protección a una gran cantidad de organismos como los son los moluscos, esponjas y equinodermos (INVEMAR, 2004; Vásquez *et al.*, 2011), como es el caso de la especie estudiada en esta investigación.

Las estrellas de mar (Clase Asteroidea) son equinodermos que juegan papeles ecológicos de gran importancia, al aparecer en todas las franjas latitudinales, al ocupar diversos niveles de las cadenas tróficas (Paulay, 1997). El éxito ecológico del grupo se atribuye a varias de sus características morfológicas y de historia de vida, incluyendo su crecimiento indeterminado, la rapidez de detección y respuesta ante la presa, y la capacidad de sujeción a cualquier sustrato gracias a los discos succionadores de los pies ambulacrales dependiendo de la especie (Luna y Reyes, 2010; Mejías, 2019).

La especie *Luidia senegalensis* se encuentra entre los equinodermos cuyas poblaciones se han visto afectadas por la pesquería industrial y artesanal, siendo esta última una de las actividades más practicadas en la zona de la bahía de Cispatá, de acuerdo a información no publicada y observaciones en campo se ha evidenciado la presencia de esta especie en las redes de los pescadores, lo cual puede tener incidencia directa y afectar sus poblaciones; esto conlleva a un deterioro de los ecosistemas marinos, resultado del efecto combinado de la sobrepesca, la captura incidental y la degradación del hábitat, los cuales inducen cambios en las cadenas tróficas al modificar la composición específica de las comunidades y en la estructura, función, productividad y resiliencia de los ecosistemas marinos (Dayton *et al.*, 1995; Cerdan-Ladrón de Guevara *et al.*, 2014). Esta estrella, ha sido objeto de pocos estudios, a pesar de ser común en muchas áreas del Atlántico tropical occidental (Halpern, 1970). Se encuentra esporádicamente

desde el sur de Florida hasta el sur de Brasil, generalmente asociada a zonas costeras tropicales (Zoppi de Roa, 1967; Bayer *et al.*, 1970; Álvarez, 1981; Clark y Downey, 1992; Benavides *et al.*, 2005).

En el Caribe colombiano sólo se ha estudiado su taxonomía y se cuentan con algunos registros de su distribución a lo largo de sus costas (Benavides-Serrato *et al.*, 2011). Además, está incluida en el libro rojo de la fauna brasilera amenazada por la reducción gradual de sus poblaciones (Amaral *et al.*, 2008, Machado *et al.*, 2008). Las principales causas de la disminución de la población son su alta susceptibilidad a los efectos de la contaminación de la columna de agua y la frecuente captura accidental en redes de arrastre (Machado *et al.*, 2008), siendo este arte de pesca uno de los más empleados en la zona sur del golfo de Morrosquillo principalmente para la pesca de camarón, esta actividad afecta de manera negativa al ecosistemas al igual que todas aquellas especies acompañantes que no son de interés comercial, esto debido a la baja selectividad de este arte (Blanco *et al.*, 2007; Bustos *et al.*, 2009)

El conocimiento de los asteroideos en el sur del golfo de Morrosquillo es nulo desde la perspectiva morfológica y ecológica, y en especial para la especie *L. senegalensis*; tampoco se tiene información acerca del impacto que esta actividad pesquera pueda generar sobre sus poblaciones. Por lo que la presente investigación, se centró en evaluar la distribución, abundancia y morfología de *L. senegalensis* en la zona, así como generar información respecto a los tipos de fondo donde se distribuye, que será de gran importancia al contribuir con el conocimiento poblacional de esta especie, para de esta forma elaborar recomendaciones que ayuden a su manejo y conservación en la región.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Evaluar aspectos ecológicos y morfológicos de las poblaciones de *L. senegalensis* capturados incidentalmente por la pesca de arrastre en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe Colombiano.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Estimar la abundancia y densidad de las poblaciones de *L. senegalensis* en cada una de las localidades pesqueras en el sur del golfo de Morrosquillo, Córdoba.
- ✓ Establecer la relación del tipo de sustrato sobre la abundancia de la estrella de mar *L. senegalensis* en las localidades de estudio.
- ✓ Determinar a través de la talla el estado de madurez de *L. senegalensis* considerando las diferentes localidades de los arrastres pesqueros.



## 2. ESTADO DEL ARTE

### 2.1. ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta que se encuentra poca información relacionada con los aspectos ecológicos y morfológicos a nivel internacional y local de *L. senegalensis* o no han sido publicados dichos estudios, se hace necesario hacer una búsqueda de estudios e investigaciones similares y cercanas a este grupo de equinodermos que ayuden a entender estos aspectos.

Entre 1867 hasta 1871 Verrill, realizó numerosas descripciones y listados de especies de aguas someras e intermareales sobre las estrellas de mar del Pacífico Oriental Tropical (Maluf, 1988). Posteriormente, se llevaron a cabo distintas expediciones a bordo de los buques Challenger y Albatros y los asteroideos recolectados de estas embarcaciones fueron descritos por Sladen (1889) y Clark (1996), respectivamente. Luego, Halpern (1970) analizó la tasa de crecimiento de la estrella de mar tropical *Luidia Senegalensis*, la cual se encontró que la tasa de crecimiento de *Luidia senegalensis* es considerablemente más rápida que las tasas de crecimiento de las especies templadas de estrellas de mar que se han estudiado. Tavares *et al.* (2007) analizaron la dinámica poblacional de *Astropecten marginatus* en el sur de Brasil, mientras que Tagliafico *et al.* (2012) realizaron un estudio sobre la distribución, densidad y estructura de talla de *Oreaster reticulatus* y *L. senegalensis* en isla de Cubagua, Venezuela. Es importante resaltar que *L. senegalensis* está incluida en el libro rojo de la fauna brasilera amenazada de extinción por la reducción gradual de sus poblaciones (Amaral *et al.*, 2008; Machado *et al.*, 2008).

El inicio del estudio de los equinodermos en el Caribe cordobés se remonta a la década de los 90, con un auge progresivo durante el 2002, debido a las expediciones del Instituto de Investigaciones y Marinas y Costeras (INVEMAR) en convenio con otras entidades a lo largo del Caribe colombiano, el 46,2 y 38,2% de la bibliografía obtenida corresponden a trabajos relacionados con taxonomía y bioprospección de este grupo de invertebrados respectivamente, solo el 15,6% de las investigaciones se centra en el estudio ecológico de estos organismos, lo cual concuerda con la información que se tiene en Colombia, así como en la mayoría de los países del Caribe en donde existe un vacío de información sobre la biología y dinámica poblacional de los equinodermos (Toral *et al.*, 2008).

Dentro de los estudios más recientes relacionados con esta especie se encuentran los realizados por Quirós-Rodríguez en el 2015, quien estudió los equinodermos en fondos someros del sector

La Ahumadera, Bahía de Cispatá, Córdoba, Caribe Colombiano, en el cual se compara la diversidad y abundancia de equinodermos en dos estaciones de muestreo con sustrato y micro hábitat contrastantes; uno fango-arenoso con esponjas y otro de arena con pasto marino y macroalgas, con el fin de caracterizar la fauna de equinodermos del sector; en dicha fauna se incluye la especie *L. senegalensis* en el sector Punta Terraplén con sustrato fango-arenoso y el estudio realizado por Nisperuza *et al.* (2016), los cuales realizan una publicación sobre el estado actual del estudio de los equinodermos en el Caribe cordobés (Colombia), en él se revisan los antecedentes y el estado actual del conocimiento de este grupo, además se proporciona información sobre el número de familias, géneros y especies conocidas, su distribución geográfica y su papel en la bioprospección marina del departamento de Córdoba; por último, se incluye la lista actualizada de las especies incluida *L. senegalensis*.

## **2.2. MARCO TEORICO**

### **2.2.1. Generalidades**

El Phylum Echinodermata, del griego *echinus* que significa espinas y *dermus* piel, alberga organismos cuya característica más llamativa es la presencia de osículos calcáreos y espinas, que le confieren al individuo un aspecto rugoso o espinoso. Los equinodermos poseen además un tejido conectivo flexible que permite cambiar de forma voluntaria y rápida la rigidez del animal, y un sistema vascular acuífero único que regula la alimentación, locomoción y otras funciones (Ruppert & Barnes, 1996; Pawson, 2007). Constituye el grupo más grande dentro de los invertebrados deuteróstomados con alrededor de 7000 especies cuyos representantes se distribuyen en cinco clases: Crinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea y Holothuroidea (Hendler *et al.*, 1995; Samyn *et al.*, 2006; Pawson, 2007).

### **2.2.2. Importancia Ecológica**

Los equinodermos (Phylum Echinodermata) son animales osmoconformistas y estenohalinos, lo que los convierte en candidatos adecuados como indicadores de estrés salino debido a su acusada sensibilidad a cambios en la salinidad del agua (Fernández-Torquemada *et al.*, 2008; de la Ossa Carretero *et al.*, 2016). Mucho menos conocido es el impacto que la eutrofización del medio puede tener sobre sus poblaciones y por lo general es un impacto negativo sobre sus abundancias. Los Asteroideos, cuyos miembros también se conocen como estrellas de mar, son animales inmediatamente reconocibles en los hábitats marinos. Estos son animales taxonómicamente diversos, que incluyen alrededor de 1.500 - 2.000 especies vivas, distribuidas

por todo el mundo. Se hallan desde la zona intermareal hasta la profunda zona abisal (>5.000 m), y viven sobre gran variedad de sustratos, desde fondos blandos hasta rocosos o duros (Borja *et al.*, 2000).

### **2.2.3. Clasificación**

Esta clasificación es según World Register of Marine Species (WoRMs), García *et al.* (2008).

**Filo:** Echinodermata

**Clase:** Asteroidea

**Orden:** Paxillosida (Perrier, 1884)

**Familia:** Luidiidae (Sladen, 1889)

**Especie:** *Luidia senegalensis* (Lamarck, 1816) (Figura 1)

### **2.2.4. Descripción**

Cuerpo aplanado, disco redondeado con nueve brazos relativamente juntos y atenuados, Paxilas abactinales lateralmente alargadas y rectangulares; las dos series más externas corresponden con la paxila supero marginal adyacente. Todos los espineletes paxilares son similares en altura y grosor, sin embargo, los centrales son más gruesos. Placas inferomarginales principalmente ventrales en alineamiento, mostrando usualmente dos espinas inconspicuas hacia el ámbito del brazo donde la superior es a menudo más pequeña; se presentan espineletes de forma cuadrada hacia la parte ventral de la placa. El área interr radial actinal es más grande que en otras especies del género, con numerosas series de placas, aunque solo una de las series se extiende sobre el brazo (Figura 2C). No tiene pedicelarios. Placas adambulacrales con cuatro espinas grandes, donde las dos abradiales se presentan en línea paralela al surco (Clark y Downey, 1992; Morales, 2011)

### **2.2.5. Distribución Global**

Sur de la Florida, Golfo de México y desde Jamaica hacia el este a través de las Antillas Menores, Belice, Nicaragua y Panamá; a lo largo de la costa norte y oriental de Sur América hasta el sur de Brasil, incluyendo Colombia y Venezuela (Zoppi de Roa, 1967; Clark & Downey, 1992; Benavides-Serrato *et al.*, 2005; Pawson *et al.*, 2007).

#### 2.2.5.1. Distribución en el Caribe Colombiano

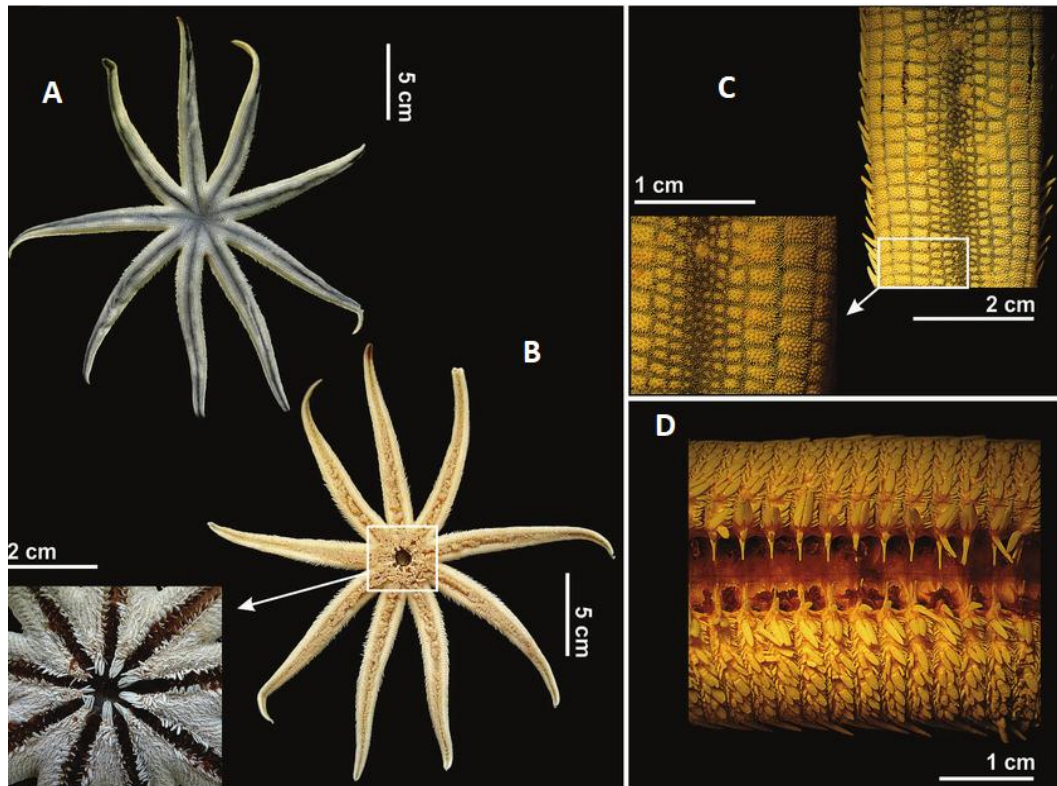
Dibulla (PAL), bahías de Chengue y Granate (TAY), las islas del Rosario (ARCO), la bahía de Cartagena (MAG), golfo de Morrosquillo (MOR), Puerto Escondido (DAR) (Álvarez, 1981; Benavides-Serrato *et al.*, 2005).

#### 2.2.6. Notas Ecológicas

Presenta una coloración dorsalmente gris azulado o gris verdoso, con una fuerte línea oscura a lo largo de la región central del disco y de los brazos. La superficie actinal es de color blanco a crema. (Gondim *et al.*, 2014) La especie vive en ambientes de bajo hidrodinámico, en sedimentos que contienen arena, barro o una combinación de ambos (Hendler *et al.*, 1995). Se alimenta principalmente de moluscos, pero también de otros equinodermos como estrellas de mar del género *Astropecten* y equinoideos irregulares, así como ofiuroides, copépodos, decápodos, escafópodos y poliquetos (Penchaszadeh y Lera, 1983). De acuerdo con Hendler *et al.* (1995), los individuos pueden alcanzar 30-40 cm de diámetro del disco y alcanzar la madurez sexual cuando tienen 15 cm de diámetro.



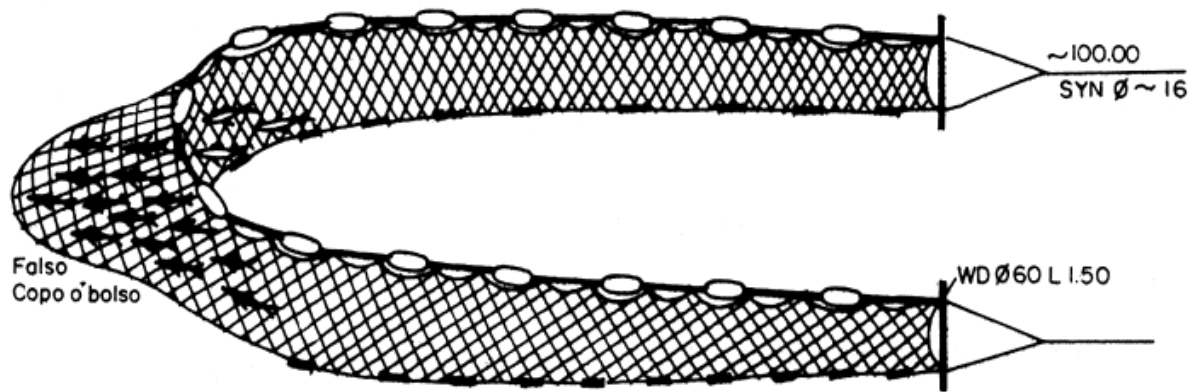
**Figura 1.** Vista aboral de *L. senegalensis* (Fotografía: Giomar Borrero y Milena Benavides)



**Figura 2.** *Luidia senegalensis* (A-D) A. Vista abactinal B. Vista actinal y detalle de la boca. C. Vista abactinal del brazo con paxila, y D. Vista actinal de brazo con canales radiales. Modificado de Gondim et al. (2014).

### 2.2.7. Pesca de arrastre artesanal

En Colombia esta actividad, se realiza con embarcaciones pequeñas de limitada autonomía. Las operaciones de pesca se realizan de manera manual, involucrando un gran esfuerzo físico y poca eficiencia. Este tipo de pesca la ejercen grupos poblacionales dispersos y de bajo nivel socioeconómico, de forma individual u organizada. La mayoría de los pescadores artesanales realizan sus faenas en la franja costera, la cual esta soportada por la extracción de recursos pesqueros tales como: pequeños pelágicos, pesca blanca y camarón de aguas someras, en el sur del golfo de Morrosquillo los artes de pesca empleados son línea de mano como la de mayor esfuerzo, seguida por las redes camaroneras o chinchorro (Figura 3), la atarraya, el trasmallo, el palangre y la marucha (AUNAP-UNIMAGDALENA, 2014; Blanco, 2001).

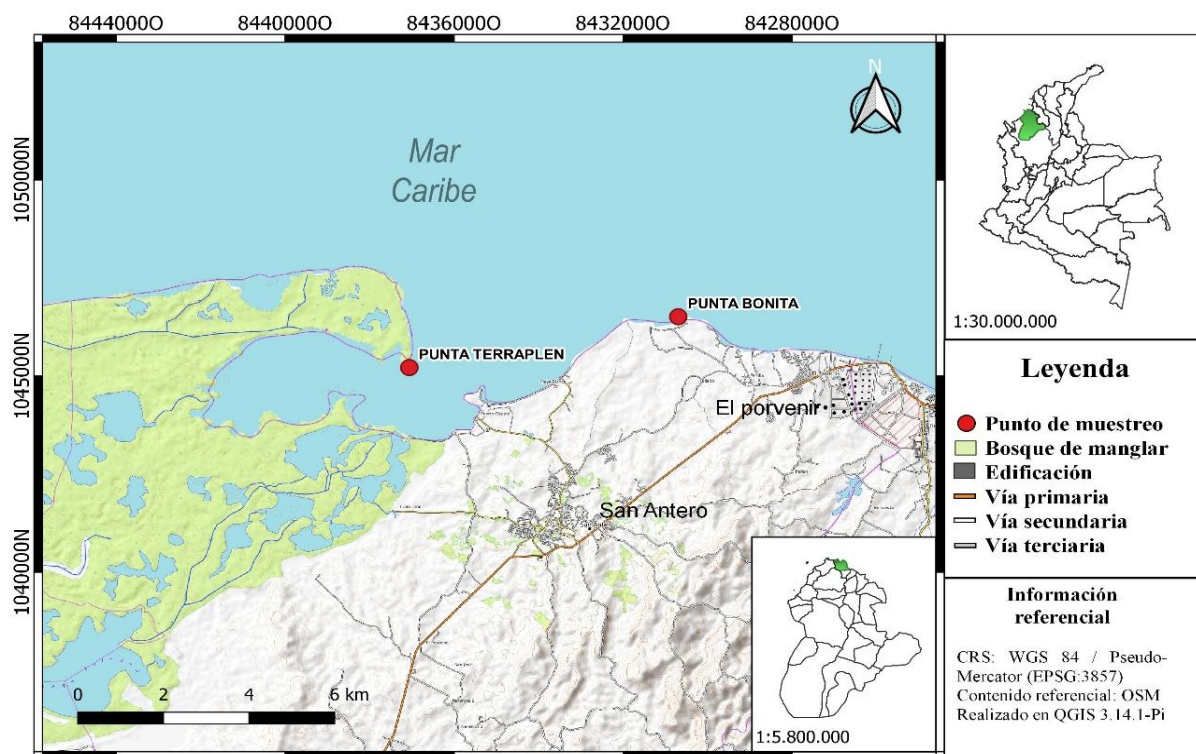


**Figura 3.** Chinchorro, arte de pesca artesanal empleada en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe Colombiano. Tomado de la FAO (2005).

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se desarrolló en los sectores Punta Terraplén ( $9^{\circ} 25'135''$  N -  $75^{\circ} 42'857''$  W) y Punta Bonita ( $09^{\circ} 26'04''$  N -  $75^{\circ} 44'03''$  W) en sur del golfo de Morrosquillo (Figura 4); El sector se caracteriza por presentar grandes extensiones de bosques de manglar, praderas de pastos marinos, sustrato rocoso y ciénagas, interconectadas por caños remanentes del antiguo delta del río Sinú. La zona hace parte del Distrito de Manejo Integrado (DMI) Cispatá, que comprende una extensión total de 27,71 ha, de las cuales 8.571 hectáreas corresponden a manglares (CVS-INVEMAR, 2010). El régimen climático en la zona es unimodal, con una estación seca bien definida entre diciembre y marzo, y una húmeda entre abril y noviembre (CVS-IAvH, 2006). La temperatura media mensual oscila entre  $26,7$  y  $28,6^{\circ}\text{C}$ , la evaporación potencial promedio es de  $1.826$  mm/año, y la precipitación anual promedio de  $1.425$  mm (Sánchez-Páez *et al.*, 2005).



**Figura 4.** Área de estudio y ubicación de los sectores de muestreos: Punta Terraplén y Punta Bonita en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano.

### 3.2. FASE DE CAMPO

Los muestreos se llevaron a cabo en los meses de noviembre de 2019 y febrero de 2020, las localidades de estudio se establecieron según la preferencia de los pescadores de la zona, se utilizaron redes de pesca como el chinchorro camaronero, el cual presenta aproximadamente 1,2 cm de ojo de malla de copo (Cedeño y Lecompte, 2013).

Cada uno de los especímenes observados en los sitios de desembarco pesquero fueron contabilizados y medidos *in situ* con un pie de rey (Figura 5), registrándose la longitud del radio mayor ( $R$ = longitud del brazo desde la boca hasta el extremo del mismo) y radio menor ( $r$ = radio del disco en el interrudio desde la boca hasta el arco interbraquial) (Figura 6).





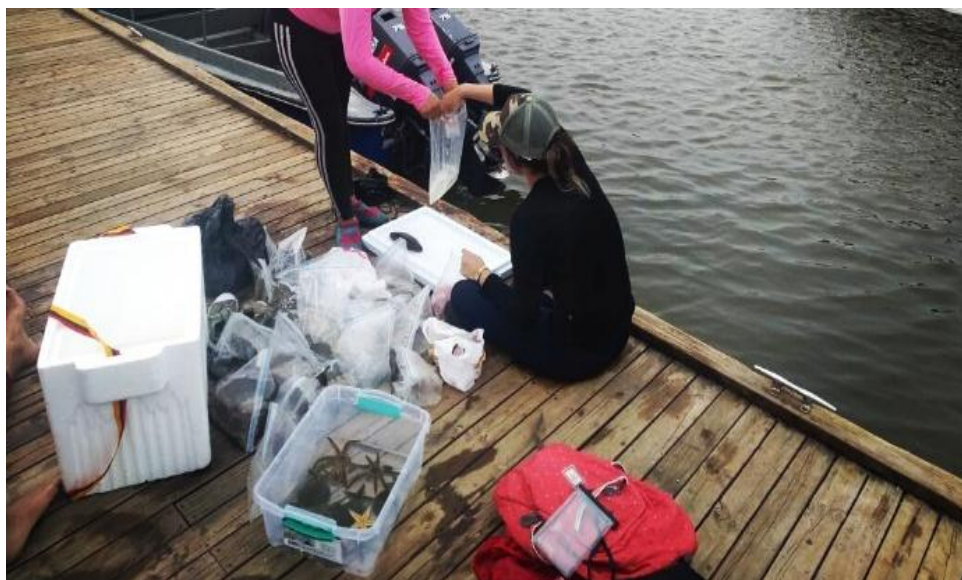
**Figura 5.** Contabilización y medición in situ de los especímenes colectados de *L. senegalensis*.



**Figura 6.** Medición de los radios de *Luidia senegalensis*. A) radio mayor y B) radio menor

De igual manera se tomaron en cada sitio muestras de sustrato, introduciendo un tubo PVC de 30cm de largo en cada uno de los sectores de muestreo y este sustrato se depositó en bolsas Ziploc 1kg; complementario a esto, algunos ejemplares fueron seleccionados y preservados en una solución de formalina al 4% en agua de mar y se le adiciona alcohol al 70% (Solís-Marín & Mata, 1999) (Figura 7) y llevado a los laboratorios de Zoología y Microscopia de la Universidad de Córdoba.





**Figura 7.** Selección y Preservación de algunos especímenes de *Luidia senegalensis*.

### 3.3. FASE DE LABORATORIO

En cuanto a la determinación taxonómica y descripción de *L. senegalensis* se llevó a cabo siguiendo la literatura de Clark y Downey (1992); Mah (2010). Las muestras de sustrato colectadas se analizaron en el Laboratorio de Suelo de la Universidad de Córdoba, donde se les realizó las pruebas de granulometría que indican la textura del suelo teniendo en cuenta los componentes presentes en cada muestra; así mismo se utilizó el triángulo de Folk (1984) para complementar y tener mayor certeza de la textura del sustrato.

### 3.4. ANÁLISIS DE DATOS

Para examinar la relación entre la densidad de la especie (ind. / m<sup>2</sup>) y el tipo de sustrato (arenoso-areno fangoso) en cada localidad y época de muestreo, se realizó un análisis de componentes principales (ACP), a través el software R versión 4.0 (R core team, 2020). Adicional a esto se hizo diferentes test, Normalidad (Lillieford), Homocedasticidad (Levene), correlación (Spearman) y dependencia (Chi-cuadrado); también se hizo necesario usar la estadística robusta de Yuen e implementar un modelo de clasificación (árbol de decisión-algoritmo: Party).

Mediante la regla de Sturges se estableció intervalos de talla para definir los valores de las variables (R= radio mayor) y (r= radio menor). Para la estrella se consideró la talla de madurez

señalada por (Halpern, 1970; Tagliafico, 2012) de unos 7.5cm de radio mayor. Las localidades con elevadas proporciones de individuos inmaduros se identificaron cuando el porcentaje de individuos menores a la talla de madurez superó el 65% de los ejemplares encontrados.

Finalmente, con el programa QGIS3.10.5, se realizaron mapas de distribución y densidad de la especie, clasificando los rangos de dichos mapas por cuartiles.

## 4. RESULTADOS.

### 4.1. GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO POR SECTORES

Los sectores de muestreos establecidos en este estudio, Punta Terraplén y Punta Bonita presentaron sustratos (areno-fangoso) y (arenoso) respectivamente como se evidencia en la (Tabla 1).

**Tabla 1.** Porcentaje de los diferentes componentes del sustrato en los sectores de muestreo. Tipo de Sustratos para los sectores Punta Terraplén y Punta Bonita.

Parámetros	Unidades	Punta Terraplén	Punta Bonita
Arena	%	45	93,3
Arcilla		40	5
Limo		17	17

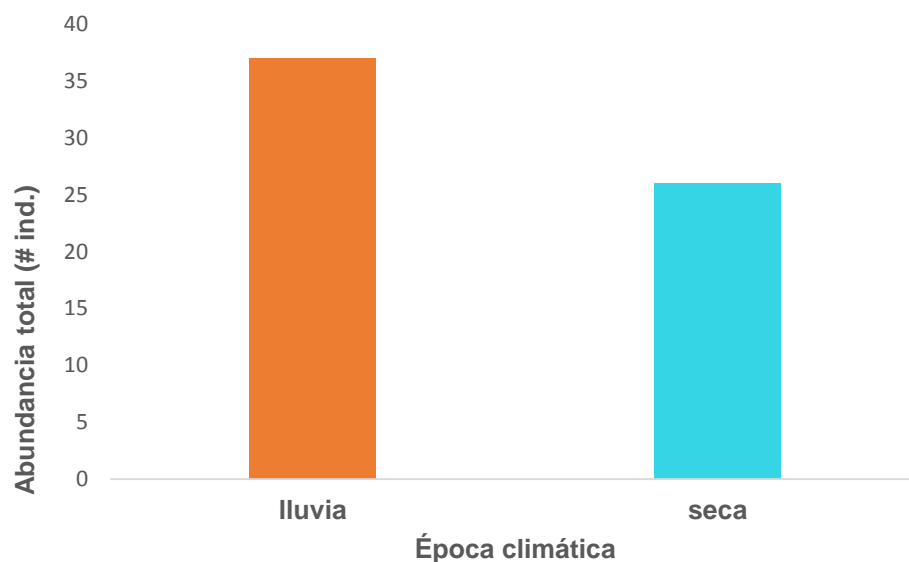
### 4.2. NÚMERO DE INDIVIDUOS COLECTADOS POR SECTOR Y ÉPOCA DE MUESTREO

Para este estudio se recolectó un total de 63 especímenes de *L. senegalensis* en los dos sectores de muestreo, teniendo en cuenta las dos épocas climáticas (seca y lluvia). En el sector Punta Terraplén se obtuvo un total de 36 individuos (57.1%), 26 en época de lluvia y 10 en época seca. Para el sector de Punta Bonita se colectó un total de 27 individuos (42.8%), 11 en época de lluvia y 16 para época seca. (Tabla 2).

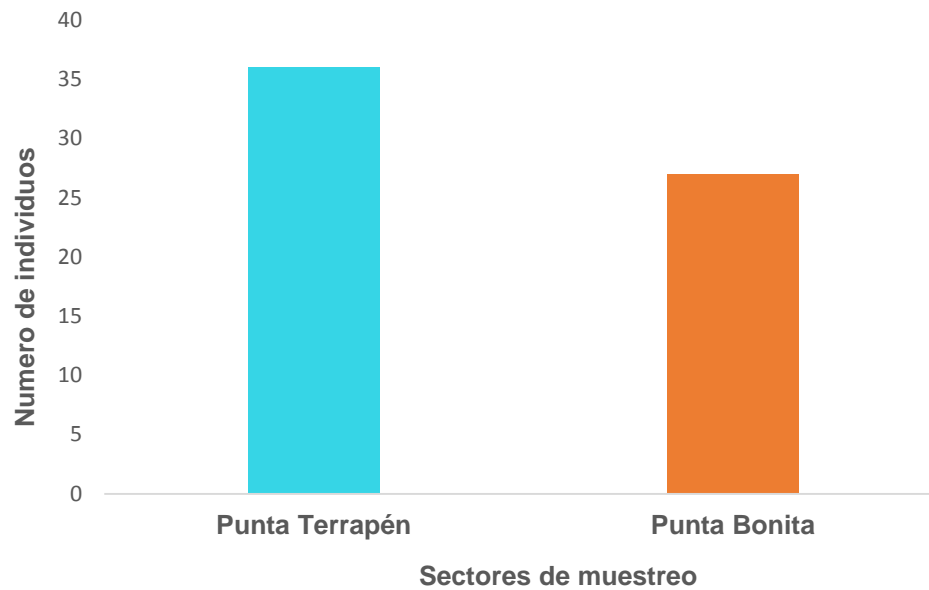
**Tabla 2.** Total de individuos de *L. senegalensis* colectados en las dos localidades de muestreo

Localidades	Época lluvia	Época seca	Total
Punta Terraplén	26 individuos	10 individuos	36
Punta Bonita	11 individuos	16 individuos	27

La especie *L. senegalensis* presentó una abundancia de 37 individuos en época de lluvia y 26 individuos para época seca (Figura 8); mientras que las abundancias reportadas por sector fueron 36 especímenes en el sector Punta Terraplén y 27 en el sector Punta Bonita (Figura 9).



**Figura 8.** Abundancia total de *L. senegalensis* por época climática en dos sectores del sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano.

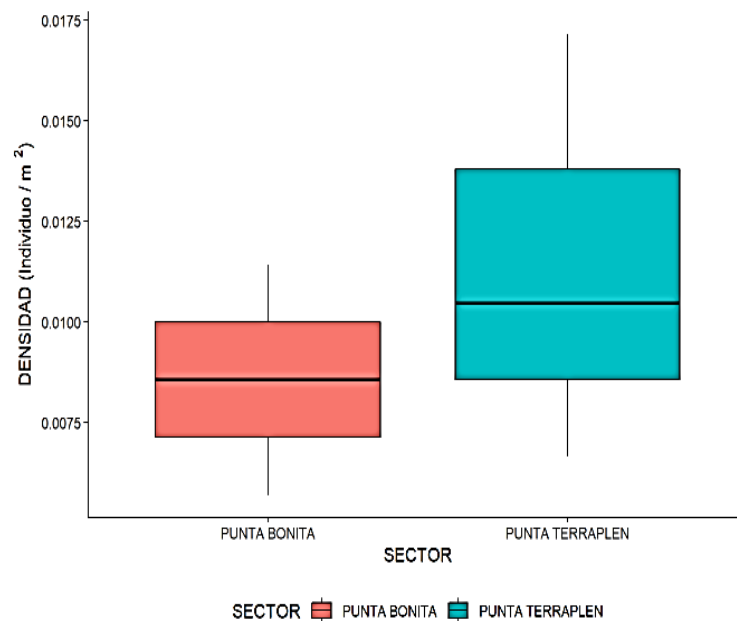


**Figura 9.** Abundancia total de *L. senegalensis* por sectores de estudio en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano.

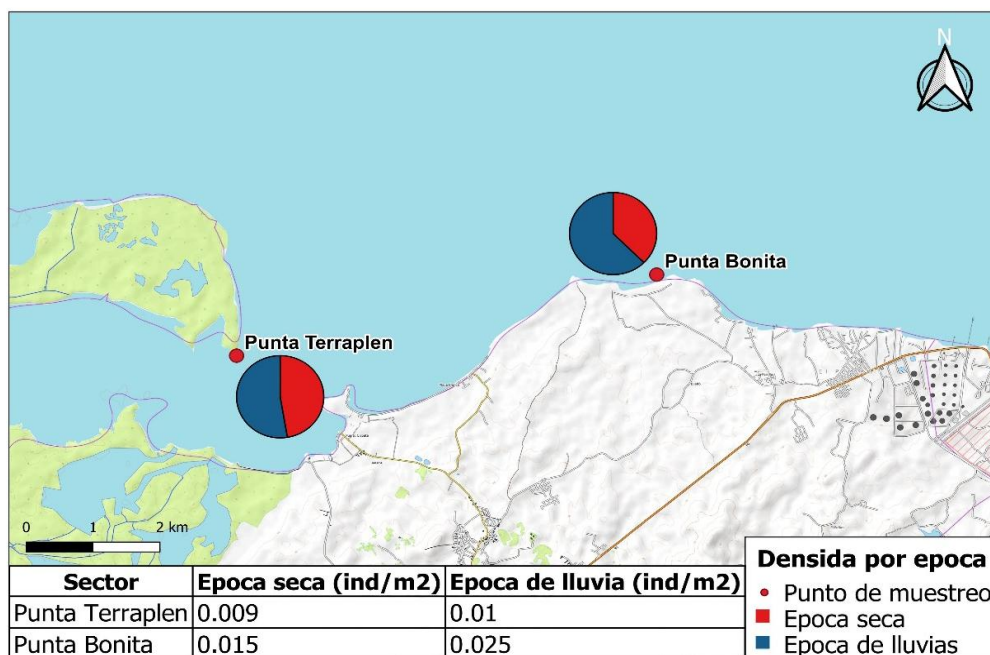
#### **4.3. DENSIDAD POBLACIONAL**

La densidad promedio de *L. senegalensis* en el sur del golfo de Morrosquillo durante el estudio para el sector de Punta Terraplén fue  $0,010 \pm 0,005$  ind/m<sup>2</sup>, siendo esta mayor que la densidad registrada para el sector de Punta Bonita cuyo valor fue  $0,008 \pm 0,002$  ind/m<sup>2</sup> (Figura 10).

Punta Terraplén en época de lluvia registró una densidad de 0,09 ind/m<sup>2</sup> siendo esta mayor a la reportada en Punta Bonita 0,015 ind/m<sup>2</sup>, caso contrario ocurre con las densidades en época seca, las cuales son mayor para Punta Bonita con un valor de 0,025 ind/m<sup>2</sup> y Punta Terraplén con una densidad igual a 0,01 ind/m<sup>2</sup> (Figura 11).



**Figura 10.** Densidad promedio de *L. senegalensis* por sectores de estudio en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano.



**Figura 11.** Distribución y densidad (ind/m<sup>2</sup>) por época climática y sector de muestreo en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano.

#### 4.4. ESTRUCTURA DE TALLAS

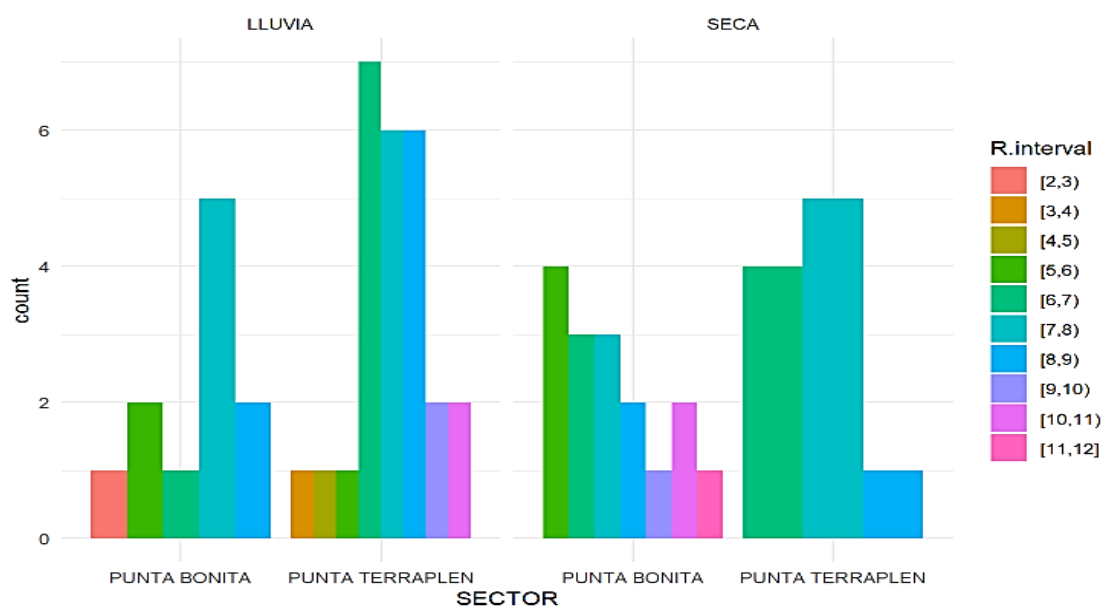
*L. senegalensis* registró una talla promedio para radio mayor (R) de  $7,23 \pm 1,63$  cm en época de lluvia, presentando valores máximos y mínimos de 10 cm y 2.8 cm respectivamente. En el caso del radio menor (r) se tuvo un valor máximo de 2,3 cm y mínimo de 0,3 cm, con un promedio de  $1,21 \pm 0,46$  cm. En cuanto a las tallas registradas para la época seca el promedio para radio mayor fue de  $7,09 \pm 1,56$  cm siendo 11,3 cm el valor máximo 5,3 cm el mínimo y; la talla promedio de radio menor fue  $1,16 \pm 0,47$  cm, con 2,9 cm el valor más alto y 0,5 cm el más bajo.

El sector Punta Terraplén presentó valores máximos y mínimos para radio mayor de 10 cm y 3,2 cm respectivamente, con un promedio de  $7,31 \pm 1,40$  cm; el valor más alto de tallas registradas para radio menor fue 2,3 cm y el menor valor 0,5 cm con un promedio de  $1,24 \pm 0,43$  cm. Para Punta Bonita el valor máximo para la variable radio mayor (R) fue de 11.3 cm y el mínimo de 2.8 cm con una media de  $6,91 \pm 1.48$  cm; El promedio de talla para radio menor fue  $1,14 \pm 0,51$  cm, con un máximo valor de 2,9 cm y mínimo de 0,3 cm.

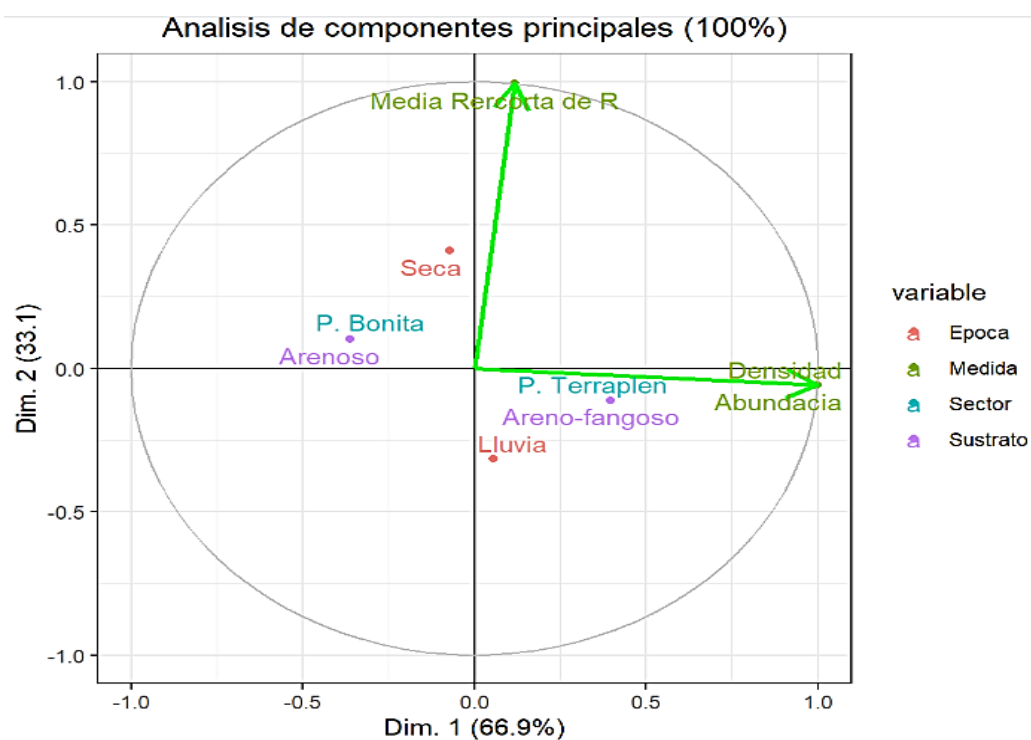
De acuerdo al test de Yuen se presentaron diferencias no significativas para las variables estudiadas (R-r)  $p\text{-valor} \leq 0,66$ .

Se observa que el sector de Punta Terraplén con sustrato fango-arenoso presentó mayor número de individuos con tallas grandes (R= 6 - 9 cm) para la época de lluvia (Kruskal-Wallis,  $p\text{-valor}= 0.5357$ ) (Figura 12), mientras que para el sector Punta Bonita con un sustrato arenoso mostró individuos de menor talla con radio mayor entre (R=5 - 6 cm) en época seca (Kruskal-Wallis,  $p\text{-valor}=0,2595$ ) (Figura 13).

De acuerdo a la prueba Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) se puede evidenciar que existe una gran dependencia de la variable tallas con respecto al sustrato en época de lluvia ( $P\text{-valor}= 0,31$ ), como para la época seca, ( $P\text{-valor}= 0,23$ ). De igual forma hay una correlación positiva entre las variables R y r (Spearman,  $Rho= 0,68$ ,  $P\text{-valor} \leq 0,001$ ).



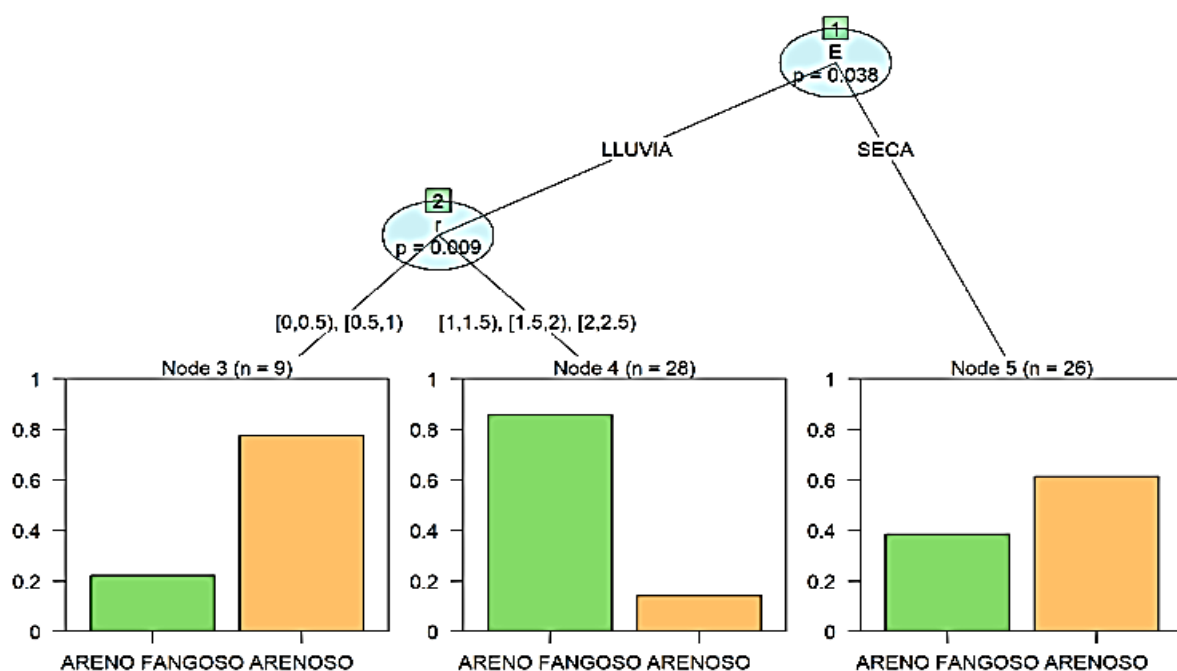
**Figura 12.** Estructura de tallas de *L. senegalensis* en época seca y lluvias examinadas en el sur del golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano.



**Figura 13.** Análisis de componentes principales de las variables (Trimed- densidad-frecuencia) y su relación con la época climática y sustrato.

El ACP tiene una confianza del 100%; El grafico permite ver que las variables frecuencia y densidad son directamente proporcionales, mientras que la variable media recortada de (R) es indiferente a la interacción de las variables antes mencionada, además se observa que el sector Punta Terraplén con sustrato (areno-fangoso) presenta mayor densidad y por ende mayor abundancia sobre todo en la época de lluvia. En Punta Bonita las variables frecuencia y abundancia son menores, en la época seca existe mayor presencia de individuos con valores de (R) grandes.

La preferencia de *L. senegalensis* por un sustrato arenoso o fango-arenoso está relacionada a la época climática (P-valor= 0,038), donde el 80% de los individuos de tallas entre  $r = 0-1\text{cm}$  prefieren sustrato arenoso en época de lluvia, mientras que aquellos individuos con tallas pequeñas de radio menor ( $r > 1\text{ cm}$ ) eligen el sustrato fango-arenoso (p-valor=0,009), no obstante cerca del 60% de individuos tendrán una mayor preferencia por el sustrato arenoso en época seca. Dicho comportamiento moderado fue significativo con un (ACC 0,745; P-valor {Acc > NIR} =0,003095). **Figura 14.**



**Figura 14.** (Árbol de decisión- algoritmo: Party) modelado del comportamiento de *L. senegalensis* por la preferencia de sustratos influenciado por la época climática.



## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. ABUNDANCIA Y DENSIDAD DE LAS POBLACIONES DE *L. SENEGALENSIS*

La abundancia total de este estudio fue de 63 individuos, siendo esta mayor a la reportada por Tagliafico *et al.* (2012) quienes registraron un total de 40 individuos en Cabagua, Venezuela; las abundancias para época de lluvia en el sur del golfo de Morrosquillo fueron de 37 individuos y 26 individuos en época seca, las cuales son menores a las reportados por Capelo *et al.* (2008) en el sur del golfo de Paria, Venezuela; donde registraron un total de 76 individuos para época de lluvia y 55 individuos en época seca, esto puede atribuirse a que los muestreos realizados se hicieron a diferentes intervalos de profundidades.

Las densidades obtenidas en esta investigación pueden considerarse altas si se compara con los resultados obtenidos por (Tagliafico *et al.*, 2012) en Cubagua, Venezuela los cuales reportaron valores de densidad *L. senegalensis* igual a 0,004 ind/m<sup>2</sup>. Las densidades registradas para ambas épocas climáticas en los dos sectores de muestreo en sur del golfo de Morrosquillo fueron inferiores a las registradas por Capelo *et al.* (2008), las cuales presentaron densidades medias con valores de  $30,64 \pm 24,23$  ind/m<sup>2</sup> (lluvia) y  $0,85 \pm 0,91$  ind/m<sup>2</sup> (sequía). Dichas diferencias de densidades pueden deberse a diferentes factores como disponibilidad de alimentos, características físico y químicas como la salinidad, temperatura y valores de oxígeno disuelto, método de captura y esfuerzo de muestreo (Capelo *et al.*, 2008; Rojas, 2015).

### 5.2. RELACIÓN DEL TIPO DE SUSTRATO SOBRE LA ABUNDANCIA DE *L. senegalensis*

La familia Luidiidae tiene una amplia distribución a lo largo del litoral americano, encontrando sus representantes usualmente asociados a sustratos fangosos con alta proporción de limo y arcilla (Puppin *et al.*, 2020). También se han encontrado algunos representantes de esta familia en sustratos arenosos (Clark y Downey, 1992; Pérez *et al.*, 2013); esto concuerda con los sustratos característicos de los sectores de muestreo de este estudio, Punta Terraplén que presentó sustrato fango-arenoso y Punta Bonita con sustrato arenoso. La presencia de individuos de esta familia en los sustratos antes mencionados se debe a que estas especies viven parcialmente enterradas, puesto que su dieta alimenticia se basa en otras estrellas y otros organismos como Bivalvos y Gasterópodos, individuos que se encuentran principalmente en este tipo de sedimentos (Ortega, Martín y Díaz, 2011)

*Luidia senegalensis* presentó mayor número de individuos y mayor densidad en el sector de estudio Punta Terraplén, lo que puede indicar que la especie tiene preferencia por los sustratos blandos como lo sugiere Hendler (1995), Calva (2002), Capelo et al. (2008), Entrambasaguas-Monsell (2008) y Benavides-Serrato (2011). Esto concuerda con los resultados obtenidos por Quirós-Rodríguez (2015) quien registró la presencia de dicha especie en el mismo sector en la bahía de Cispotá. Otras características que pueden favorecer la presencia y el desarrollo de la especie son la poca iluminación, aguas tranquilas y la abundancia de sedimentos necesarios para la alimentación de la especie, lo que hace de éste un lugar ideal para el desarrollo de la estrella; ya que cumple con las características necesarias para ello (Abreu et al., 2005; Quirós-Rodríguez, 2015). De igual forma, la alta presencia de esta especie en este sector puede deberse a la influencia de las aguas del río Sinú, el cual aporta sedimentos ricos en materia orgánica que hace de Punta Terraplén un sector productivo, generando de esta manera un mayor aporte alimenticio al igual que un hábitat propicio para la presencia de la *L. senegalensis*, puesto que dentro de la dieta de esta especie están incluidos moluscos, organismos que se encuentran en este tipo de sustrato y ambientes (Hendler et al., 1995; Brögger, 2008; Castillo-Rodríguez, 2014). Cabe aclarar que algunos ejemplares de la familia Luidiidae también se encontraron en sustratos arenosos (Zoppi, 1967; Entrambasaguas, 2008) como es el caso de Punta Bonita, sector que presentó una abundancia de 27 individuos siendo esta menor a la registrada en el sector de Punta Terraplén; la presencia de esta especie en sustrato arenoso también fue observada por Tagliafico et al., (2012) en la isla de Cabagua, Venezuela.

### **5.3. TALLA Y ESTADO DE MADUREZ DE *L. senegalensis* EN EL ÁREA DE ESTUDIO**

Para relacionar la talla y estado de madurez de *Luidia senegalensis* en este estudio se tomaron dos medidas a cada uno de los ejemplares de la especie colectados en los sectores de muestreo, el radio mayor (R) y radio menor (r) medidas que son empleadas para establecer la talla y forma general de una estrella como lo indica Romanelli (2014).

La mayoría de los individuos registrados en época seca para ambos sectores de muestreo, presentaron tallas inferiores a 7,5 cm, lo que indica que los ejemplares están en estado juvenil, caso contrario ocurre con los individuos recolectados para época de lluvia en las localidades de estudio, los cuales presentaron medidas superiores a la talla de madurez 7,5 cm (R) señalada por Halpern (1970), esto coincide con Tagliafico et al. (2012), quienes reportaron que el 95% de los organismos encontrados en Cubagua superaban dicha talla, teniendo una longitud de talla

máxima de 22,3 cm, lo cual podría estar relacionado a la alta precipitación puesto que favorece la disponibilidad de nutrientes y por ende una mayor oferta alimenticia, factores que son importantes para el crecimiento de la estrella al igual que la temperatura (Lawrence *et al.*, 1986; Fenchel, 1995; McGinley *et al.*, 2015), el promedio de tallas observado en el sur del golfo de Morrosquillo fue inferior al reportado en Cabagua, Venezuela, el cual coincide con el espectro de tallas del suroeste de Florida  $11.7 \pm 1,2$  cm- $13,2 \pm 1,1$  cm, con una talla máxima de 14 cm (Miller & Lawrence 1999; Herrera, 2005; Tagliafico *et al.*, 2012).

Las tallas mínima y máxima reportadas en esta investigación son inferiores a las reportadas en Cabagua, Venezuela, esto puede deberse a que los individuos colectados por Tagliafico *et al.*, (2012) se encontraban en estados juvenil y adulto; también puede atribuirse a que los individuos de menor tamaño son difíciles de encontrar debido a que la especie rara vez se puede ver libremente, ya que se entierran para alimentarse (Humann y Deloach, 2006) esto se puede asociar a fenómenos de reclutamiento como lo observan (Díaz *et al.*, 2004), o tal vez por migraciones hacia aguas profundas o extinción local como ocurre con *Luidia magellanica* en Chile, (Vásquez y Vega, 2004). Es importante tener en cuenta que la especie *L. senegalensis* crece a una tasa de 1,2 cm al mes, y el crecimiento es mayor en organismos de pequeño tamaño, para luego reducirse drásticamente (Halpern, 1970).

Los resultados aquí presentados concuerdan con los datos proporcionados por el modelo de clasificación (árbol de decisión) empleado anteriormente, el cual mostró que el mayor número de individuos de *L. senegalensis* se registró en época de lluvia, como lo evidenció también el análisis de componentes principales, presentando ejemplares con tallas grandes ( $r > 1$  cm) en el sustrato fango-arenoso e individuos pequeños ( $r < 1$  cm) en sustrato arenoso 80%, teniendo en cuenta que el radio menor ( $r$ ) es directamente proporcional a radio mayor ( $R$ ); esto quiere decir que el comportamiento de la estrella por la preferencia de un sustrato arenoso o fango-arenoso esta modelado por la época climática, para el caso de la época seca este modelo de clasificación nos mostró que la especie tendrá una preferencia del 60% por un sustrato arenoso.

#### **5.4. EFECTOS DE LA PESCA DE ARRASTRE DE CAMARÓN SOBRE LA ESPECIE *L. senegalensis***

La pesca de arrastre genera gran afectación en los ecosistemas marinos (Pérez-Mellado, 1980; García-Caudillo *et al.*, 2000; García-Caudillo & Gómez-Palafox, 2000), puesto que los camarones se pescan en zonas costeras donde existe una interface mar-tierra con un considerable aporte de material terrígeno que le confiere una alta productividad primaria a la zona, es decir

disponibilidad alimenticia para muchas especies marinas como peces, crustáceos, moluscos y asteroideos (Mann y Lazier, 1990; López-Martínez & Morales-Bojórquez, 2012). En el caso de *L. senegalensis* en el sur del golfo de Morrosquillo, esta se puede ver afectada o perturbada por la pesquería artesanal de camarón, como ocurrió en Venezuela, debido a que durante los arrastres no solo se captura la especie de interés comercial, también una gran cantidad y diversidad de fauna acompañante (FAC), que en su mayoría hacen parte del material descartado, el cual es devuelto al mar (Pérez, 2011). Muchos de estos individuos mueren, llegan al fondo y son consumidos por carroñeros bentónicos (Hutchings, 2000).

## 6. CONCLUSIONES

La mayor abundancia y densidad de *Luidia senegalensis* se presentó para la época de lluvia en el sector de Punta terraplén. No obstante, en época seca los individuos de esta especie tienen una alta preferencia por sustrato arenoso como es el caso de Punta de Bonita.

El sector Punta Terraplén tuvo una mayor densidad de *L. senegalensis*, ya que este sector presentó características importantes como iluminación, sedimento blando y aguas tranquilas, las cuales propiciaban condiciones más adecuadas para el desarrollo y crecimiento de *Luidia senegalensis* a diferencia de las características de Punta Bonita.

Las medidas morfométricas como radio mayor y radio menor variaron en los dos sectores de muestreo, presentando tallas más grandes de *L. senegalensis* en el sector de Punta Terraplén y por ende también individuos en estado de madurez sexual.

Este trabajo es importante para la zona del golfo de Morrosquillo y el país, ya que la información aquí generada aporta la información base para el conocimiento de la ecología de la especie y las implicaciones que la pesca artesanal puede tener en la dinámica poblacional de *L. senegalensis*.

## 7. RECOMENDACIONES

Implementar un mayor esfuerzo de muestreo en la zona, con el fin de abarcar un área mayor y así obtener datos de densidad mucho más altas de *Luidia senegalensis*.

Se recomienda realizar diferentes estudios enfocados en aspectos ecológicos, fisiológicos, así como estudios moleculares entre otros, con el fin de generar información valiosa que llene los vacíos existentes referentes a esta especie y poder contribuir con futuras investigaciones.

De igual manera se hace necesario llevar a cabo estos estudios en diferentes puntos o zonas en el sur del golfo de Morrosquillo y en las diferentes zonas del Caribe colombiano que presente esta especie para determinar y establecer su distribución poblacional.

Se recomienda realizar periódicamente censos a las poblaciones de *Luidia senegalensis*, a fin de detectar variaciones de sus densidades en el tiempo, así como picos reproductivos que permitan conocer la dinámica poblacional de esta especie y poder reforzar el control y registro en la época correspondiente. Adicionalmente, es importante analizar el efecto de la pesca de arrastre sobre las poblaciones de *L. senegalensis*, al igual que las poblaciones de otras especies que puedan verse afectadas por esta actividad en el sur del golfo de Morrosquillo.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu-Pérez. M, Solís-Marín. F, Laguarda-Figueras. A. (2005) Catálogo de los equinodermos (Echinodermata: Asteroidea y Ophiuoridea) nerítico-bentónicos del Archipiélago Cubano. *Rev. Biol Trop.* 53 (Supl. 3):29-52.

Álvarez L.R. (1981). Listado preliminar de los equinodermos de la costa Atlántica colombiana. *Bol. Mus. Mar.* 10: 24-39.

Amaral A., C. Volkmer-Ribero, M. Mansur, S. Santos, W. Avelar, H. Matthews-Cascon, et, al. (2008). A situação de ameaça dos invertebrados aquáticos no Brasil, p. 156-165. *In* A.

AUNAP-UNIMAGDALENA, (2014) Caracterización de los principales artes de pesca de Colombia y reporte del consolidado del tipo y número de artes, embarcaciones y uep's empleadas por los pescadores vinculados a la actividad pesquera.

Bayer, F., G. Voss y R. Robins. (1970). Bioenvironmental and radiological safety feasibility studies Atlantic Pacific interoceanic Canal. Report on the marine fauna and benthic shelf slope communities of the Isthmian Region. University of Miami, Florida. 99 p.

Benavides-Serrato, M. y Borrero-Pérez, G. H. y Solano, O. D. y Rodolfo Navas, G. (2005). Listado taxonómico de los asteroideos (Echinodermata: Asteroidea) de la plataforma y el talud superior del Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 53 (3), 171-194. [Fecha de Consulta 3 de Octubre de 2020]. ISSN: 0034-7744. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449/44919815010>

Benavides-Serrato, M., Borrero-Pérez, G y Diaz-Sanchez C. (2011). Equinodermos del Caribe colombiano I: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuoridea. *Serie de Publicaciones Especiales de Invermar* 22. Santa Marta, 384 p.

Borja, A. Franco J., Pérez V. (2000). A marine biotic index to the establish eco-logical quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*. 40: 1100–1114.

Bustos, D., Posada, C., Restrepo, D., Camacho, L., Páez, y M. Grijalba. (2009). Ictiofauna descartada por una flota pesquera artesanal de camarón en la playa de Isla del Rosario, Caribe colombiano. *Universidad Jorge Tadeo Lozano*. Santa Marta.

Blanco, YA. (2001) Caracterización de las pesquerías en Cispatá y caño lobo en el golfo de Morrosquillo (Caribe Colombiano).

Blanco, J., Rueda, M., Narváez, J., Zamora, A., Viloria, E., Rojas, C y M. Santos. (2007). Sistema de manejo pesquero para el proceso de ordenamiento pesquero de la Ciénaga Grande de Santa Marta. INVEMAR, Santa Marta. 10 p.

Brögger, M. I., & Penchaszadeh, P. E. (2008). Infaunal mollusks as main prey for two sand bottoms sea stars off Puerto Queen (Argentina). *Revista de Biología Tropical*, 329-334.

Calva, L.G. (2002). Hábitos alimenticios de algunos equinodermos. Parte 1. Estrellas de mar y estrellas serpiente. Laboratorio de Ecosistemas Costeros, Depto. Hidrobiología. D.C.B.S. UAM-I.

Capelo Juan, Gutiérrez, Javier, Rada, Martín, Buitrago, Joaquín, & Narváez, José (2008) Biodiversidad de las comunidades de bentos del sur del golfo de Paria, Venezuela.

Castillo-Rodríguez, Z. (2014). Biodiversidad de moluscos marinos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S419-S430, 2014 DOI: 10.7550/rmb.33003.

Cedeño, C. & Lecompte, O (2013) Cubomedusas (cnidaria: cubozoa) del mar caribe colombiano.

Cerdenares-Ladrón de Guevara Genoveva., Ramírez-Antonio Emmanuel., Ramos-Carrillo Samuel., González-Medina Gabriela., Anislado-Tolentino Vicente., López-Herrera Dora & Samantha Karam-Martínez (2014) Impacto de la actividad pesquera sobre la diversidad biológica. Revisión para el Pacífico sur de México

Clark, A. M. (1996). An index of names of recent Asteroidea. Part 3: Velatida and Spinulosida. En: M. Jangoux y J. M. Lawrence (Eds): *Echinoderm Studies*. A. A.Balkema Rotterdam pp. 183-250.

Clark, A.M. & M.E. Downey. (1992). Starfishes of the Atlantic. Natural History Museum Publications. Chapman & Hall, London. 794 p.

Crain, C. M., Kroeker, K., and Halpern, B. S. (2008). Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems. *Ecology Letters*, 11(12), 1304–15. doi:10.1111/j.1461-0248.2008.01253.x

CVS & IAvH. (2006). Delimitación y formulación de un distrito de Manejo Integrado de los Recursos naturales (DMI) de los manglares de la bahía de Cispatá, Tinajones, La Balsa y sectores



aledaños. Montería, Colombia: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú & San Jorge (CVS)-Instituto Alexander von Humboldt (IAvH).

Dayton, P. K. Thrush, S. Agardy, T. and Hofman, J. (1995). "Viewpoint: Environmental effects of marine fishing," Aquatic conservation. Marine and Freshwater Ecosystems, vol 5, pp. 205-232.

De-la-Ossa-borjatero J.A., Del-Pilar-Ruso Y., Giménez- Casalduero F., Sánchez-Lizaso J. L. (2016) a. Amphipoda assemblages in a disturbed área (Alicante, Spain, Western Mediterranean). Marine Ecology. 37: 503-517.

Development Core Team. 2020. Lenguajeanda environment for statistical computing. R foundation for statistical computing. Vienna Austria. ISBN 3-900051-07-0.URL <http://www.R-project.org>.

Díaz, M. (2015). Afectación y protección de ecosistemas marino-costeros en Colombia. Verbum, 10(10), 95-116.

Días, G.M.; Naves, J.L.; Majer, A.P.; Delbini, C. G. M. (2004).Estrutura populacional das estrelas do mar *Astropecten marginatus* e *Luidia senegalensis* na Baía de Caraguatatuba – SP. In: 7a semana temática da Biología, São Paulo.

Durán González, (2008). Equinodermos (Echinodermata) del occidente del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba R. del Valle.

Entrambasaguas-Monsell, Laura. (2008) Estudio faunístico y ecológico de los equinodermos del archipiélago de Cabo Verde (tesis doctoral). universidad de Murcia, España.

Fenchel, T. (1965) Biología de la alimentación de la estrella de mar *Luidia sarsi* Düben & Koren, Ofelia, 2: 2, 223-236, DOI: 10.1080/ 00785326.1965.10409601.

Fernández-Torquemada, Y., Díaz-Valdés, M., Colilla, F., Luna, B., Sánchez-Lizaso, J.L. Ramos, A.A. (2008). Descriptors from *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows in coastal waters of Valencia, Spain, in the context of the EU Water Framework Directive. ICES Journal of Marine Science, 65: 1492-1497.

Folk, R.L. (1980) Petrology of sedimentary rocks. Hemphil Publishing Company, Austin, 184pp.

García, M. Abreu Pérez, R. Rodríguez, F.A. Solís-Marín, A. Laguarda-Figueras & A. de la L. (2008). World Register of Marine Species (WoRMS).

García Caudillo, J.M., A. Balmori Ramirez & M.A. Cisneros Mata. (2000). Performance of a bycatch reduction device in the shrimp fishery of the Gulf of California, Mexico. *Biol. Conserv.* 92:199-205

García Caudillo, J.M. & J.V Gómez-Palafox. (2000). La pesca industrial de camarón en el sur del golfo de California: situación económico-financiera e impactos socioambientales. *Conservación Internacional Mexico*. 104p.

Gondim, Anne & Christoffersen, Martin & Dias, Thelma. (2014). Taxonomic guide and historical review of starfishes in northeastern Brazil (Echinodermata, Asteroidea). *Zoo Keys*. 449. 1-56. 10.3897/zookeys.449.6813.

Guzmán-Alvis A & Solano O. (2002). Estado de los fondos blandos de la plataforma continental: 71-75 En Ospina-Salazar G.H. y A. Acero A. (eds). Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2001. INVEMAR, Santa Marta, Serie de Publicaciones Periódicas 8: 1-178.

Halpern, Jerald A. (1970). Tasa de crecimiento de la estrella de mar tropical *Luidia Senegalensis* (Lamarck) *Bulletin Marine Science*, Volumen 20, Número 3, septiembre de 1970, pp. 626-633 (8).

Halpern, B. S., Selkoe, K. A., Micheli, F., and Kappel, C. V. (2007). Evaluating and ranking the vulnerability of global marine ecosystems to anthropogenic threats. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*, 21(5), 1301–15. doi:10.1111/j.1523-1739.2007.00752.x

Hendler G, Miller J, Pawson D, Kier P. (1995). Sea stars, sea urchins, and Allíes Echinoderms of Florida and the Caribbean. Washington and London: Smithsonian Institution Press; p. 390.

Herrera-Escalante, T. (2005). Dinámica poblacional y reproducción de la estrella de mar phataria unifascialis (gray 1840) (echinodermata: asteroidea) en pichilingue, bahía de la paz, baja california sur, México, (Tesis pregrado). Instituto politécnico nacional centro interdisciplinario de ciencias marinas, La Paz, Baja California Sur.

Hutchings, P. (2000). Review of the effects of trawling on Macrobenthic Epifaunal communities. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 41 (1) 111 – 120.

Humann, P. & N. Deloach. (2006). Reef creature identification, Florida, Caribbean, Bahamas. New World, Florida, U.S.A.

INVEMAR, (2004). Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2003 (Eds). Medellín: Servigráficas, 2004. 329 p. (Serie de publicaciones periódicas; No. 8).

INVEMAR, (2010). Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia; p.11.

INVEMAR-CVS. (2010). Plan integral de manejo DMI Cispatá-La Balsa-Tinajones y sectores aledaños.

Lawrence, JM, Klinger, TS, McClintock, JB, Watts, SA, Chen, CP, Marsh, A. y Smith, L. (1986). Asignación de recursos nutricionales a los componentes corporales mediante la regeneración de *Luidia clathrata* (Say) (Echinodermata: Asteroidea). *Revista de Biología y Ecología Marina Experimental*, 102 (1), 47-53.

Lemay, M. H. (1998). Manejo de los recursos costeros y marinos en América Latina y el Caribe. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo. Informe Técnico.

Lopez-Martinez, J. & Morales-Bojórquez, E. (2012). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México, p.466.

Luna Salguero, Betsabé Montserrat, & Reyes Bonilla, Héctor. (2010). Estructura comunitaria y trófica de las estrellas de mar (Echinodermata: Asteroidea) en arrecifes rocosos de Loreto, Golfo de California, México. *Hidrobiológica*, 20(2), 127-134.

Machado ABM, Drummond GM, Paglia AP. (2008) Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: vol. I Série Biodiversidades 19, 512 pp.

Mann, K. H., Lazier, J. R. N. (1996). Dynamics of marine ecosystems. Biological-physical interactions in the oceans. Blackwell Science. Cambridge, U.S.A.

Maluf, L.Y. (1988). Biogeography of the central Eastern Pacific shelf echinoderms. En: Burke, R.D., P.V. Mladenov, P. Lambert y R.L. Parsley (Ed.). *Echinoderm Biology*. Balkema, Rotterdam, pp. 389-398.

Mejías-Machado, Lorenzo. (2019) Dinámica poblacional de la estrella de mar *Echinaster sepositus* (Retzius, 1783) en la costa sureste de Tenerife.

Morales, M.I. (2011). Revisión taxonómica de los asteroideos del mar peruano (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Miller, S. & J. Lawrence. 1999. Gonad and pyloric caeca production in the nine-armed starfish *Luidia senegalensis* off the southwest Florida Gulf coast during the annual reproductive cycle. Bull. Mar. Sc. 65:175-184.

McGinley, E.J., Brown, M.T & Seron, T.J. (2015). Aparición de una larva de estrella de mar de nueve brazos, *Luidia senegalensis* (Lamark, 1816) (Asteroidea Luidiidae), más al norte a lo largo de la costa este de Florida. Revista de biodiversidad, 2015, 6 (3): 683–686.

Nisperuza P. Carlos, Padilla C. Jaminson, & Quirós R. Jorge, (2016). *Estado actual del estudio de los equinodermos en el caribe cordobés, Colombia*. Rev. Colombiana Cienc Anim (2016); 8(1):112-119.

Ortega, I., Martín, A., & Díaz, Y. (2011). Distribución, parámetros poblacionales y dieta de *Astropecten marginatus* (Asteroidea: Astropectinidae) en el Atlántico venezolano. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 53-69.

Paulay, G. (1997). Diversity and distribution of reef organisms. Life and death of coral reefs, 198-229.

Paganelli, D., Marchini, A., and Occhipinti-Ambrogi, A. (2012). Functional structure of marine benthic assemblages using Biological Traits Analysis (BTA): A study along the Emilia-Romagna coastline (Italy, North-West Adriatic Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 96(1), 245–256. doi:10.1016/j.ecss.2011.11.014.

Pawson DL. Phylum Echinodermata. *Zootaxa*. (2007); 1668:749-764. Quirós J, Arias J. Taxocenosis de moluscos y crustáceos en raíces de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la bahía de Cispatá, Córdoba, Colombia. *Acta biol. Colomb*. 2013; 18(2):329-340.

Pérez-Ferro, Daniel. (2011). incidencia de la pesca industrial del camarón sobre los macroinvertebrados en el caribe colombiano (tesis de doctorado)

Pérez Mellado J. (1980). Análisis de la fauna de acompañamiento del camarón capturado en las costas de Sonora y Sinaloa, México. (tesis de maestría). I.T.E.M.S. escuela de ciencias marinas, Guaymas, Sonora 98 pp.

Pérez-Ruzafa, A., Alvarado, JJ, Solís-Marín, FA, Hernández, JC, Morata, A., Marcos, C., Barraza, E. (2013) Biogeografía y biodiversidad de equinodermos de América Latina Patrones y Afinidades. En JJ Alvarado & FA Solís-Marín (Eds.), investigación y diversidad de equinodermos en América latina (pp.511-542). Berlín Heidelberg: Springer.

Penchaszadeh, P. & M. Lera. (1983). Alimentación de tres especies tropicales de *Luidia* (Echinodermata, Asteroidea) en Golfo Triste, Venezuela. Caribb. J. Sc. 19: 1-6.

Puppin-Gonçalves, Carolina T., Rocha, Matheus Arthur L., Alencar, Carlos E.R.D., Moraes, Sávio A.S.N., Araújo, Paulo V.N., & Freire, Fúlvio A.M. (2020). Niche modeling remarks of *Luidia senegalensis* (Lamarck, 1816) (Asteroidea, Luidiidae) after 30 years of its first capture in the northeastern Brazilian coast. *Latin american journal of aquatic research*, 48(3), 497-505. <https://dx.doi.org/10.3856/vol48-issue3-fulltext-2130>

Quirós-Rodríguez JA. (2015) Equinodermos en fondos someros del sector La Ahumadera, Bahía de Cispatá, Córdoba, Caribe colombiano. Acta biol. Colomb; 20(1):101-108. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n1.42529> Taxocenosis de moluscos y crustáceos en raíces de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la bahía de Cispatá, Córdoba, Colombia. Acta biol. Colomb. 2013; 18(2):329-340.

Rojas-Montiel, B. (2015). Diversidad funcional de equinoideos y asteroideos en arrecifes rocosos y coralinos del Pacífico mexicano. (Tesis de Maestría). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California

Romanelli Michel, Mariela Vanina. (2014). Revisión taxonómica de las estrellas de mar de la familia Asteriidae Gray, 1840 (Asteroidea: Forcipulatida) del Atlántico Sudoccidental. Facultad de ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires

Ruppert E, Barnes R. (1996) Zoología de los invertebrados. 6 ed. México D.F.: Editorial Interamericana; p. 1140.

Samyn Y, Vandenspiegel D, Massin C. (2006) Taxonomie des holothuries des Comores. Abc Taxa.; 1:1-130.

Sigala, K., Reizopoulou, S., Basset, A., and Nicolaidou, A. (2012). Functional diversity in three Mediterranean transitional water ecosystems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 110, 202–209. doi:10.1016/j.ecss.2012.06.002

Solís-Marín F, Mata E. (1999) Manual: Curso Taller Taxonomía de Equinodermos. México: Inst. Cienc. Del Mar y Limnol, Universidad Autónoma de México; p. 88.

Sladen, W. P. (1889). Report on the Asteroidea collected by H. M. S. Challenger during the years 1873-1876. *Zoology* 30: 1-893.

Tagliafico, Alejandro y Rangel, María Salomé y Rago, Néstor (2012). Distribución, densidad y estructura de talla de *Oreaster reticulatus* y *Luidia senegalensis* (Echinodermata: Asteroidea) en isla de Cubagua, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 60 (3), 1149-1159. [Fecha de Consulta 3 de Octubre de 2020]. ISSN: 0034-7744. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449/44923907015>

Tavares, Y; Silverio, G.J.; Guilherme, P.; Braz, B.; Borzone, C. (2007) Dinâmica populacional de *Astropecten marginatus* (ECHINODERMATA: ASTEROIDEA) no sul do Brasil.

Toral-Granda, V.; Lovatelli, A. & Vasconcello, M. (2008). Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper Vol. 516.

Vásquez, E. B., Arcila, C. T., & Armenta, T. S. (2011). Macroinfauna asociada a fondos blandos en el costado sur de la bahía de Taganga, Caribe Colombiano durante la época de lluvias. *Intropica*, 71-88.

Vásquez & Vega (2004). El Niño 1997-98 en el norte de Chile: efectos en la estructura y en la organización de comunidades submareales dominadas por algas pardas. Centro de Estudios Avanzados en Zonas Aridas - CEAZA.

Verril, A.E., (1867) Notes on the Radiata in the Museum of Yale College, with descriptions of new Genera and Species. No.2. on the equinoderms of Panama and west coast of America with descriptions of new Genera and Species. Trans. Acad. Arts, 1(2):251-322.

Zoppi De Roa, E. (1967). Contribución al estudio de los equinodermos de Venezuela. Acta Biol. Venez. 5: 267-333.

## 9. ANEXOS

**ANEXO A.** Base de datos de época lluviosa, sustrato y medidas de radio mayor y menor de *L. senegalensis*.

ARRASTRES	EPOCA	SECTOR	SUSTRATO	R (Cm)	r(Cm)
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	3,2	0,7
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	4,5	0,9
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	5,2	1,1
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	6	1,3
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	6	1,1
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	6,3	1
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	6,5	1,2
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	6,7	1,1
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	6,9	1,5
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	6,9	1,5
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	7	1
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	7,2	1,1
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	7,4	1,4
1	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	7,5	2,2
2	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	7,5	1,5
2	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	7,5	1,2
2	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	8,3	1,2
2	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	8,3	2,3
2	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	8,4	1,3
2	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	8,5	1,6
2	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	8,5	2
2	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	8,5	2,2
3	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	9	1,5
3	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	9,5	1,9
3	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	10	1,9
3	LLUVIA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	10	1,5
1	LLUVIA	PUNTA BONITA	ARENOSO	2,8	0,5
1	LLUVIA	PUNTA BONITA	ARENOSO	5	0,3
1	LLUVIA	PUNTA BONITA	ARENOSO	5,3	0,9
1	LLUVIA	PUNTA BONITA	ARENOSO	6,2	0,9
1	LLUVIA	PUNTA BONITA	ARENOSO	7	0,9
2	LLUVIA	PUNTA BONITA	ARENOSO	7	0,9
2	LLUVIA	PUNTA BONITA	ARENOSO	7,1	1
2	LLUVIA	PUNTA BONITA	ARENOSO	7,1	0,9
3	LLUVIA	PUNTA BONITA	ARENOSO	7,3	1
3	LLUVIA	PUNTA BONITA	ARENOSO	8,1	1,4
3	LLUVIA	PUNTA BONITA	ARENOSO	8,2	1,2

**ANEXO B.** Base de datos de época seca, sustrato y medidas de radio mayor y menor de *L. senegalensis*.

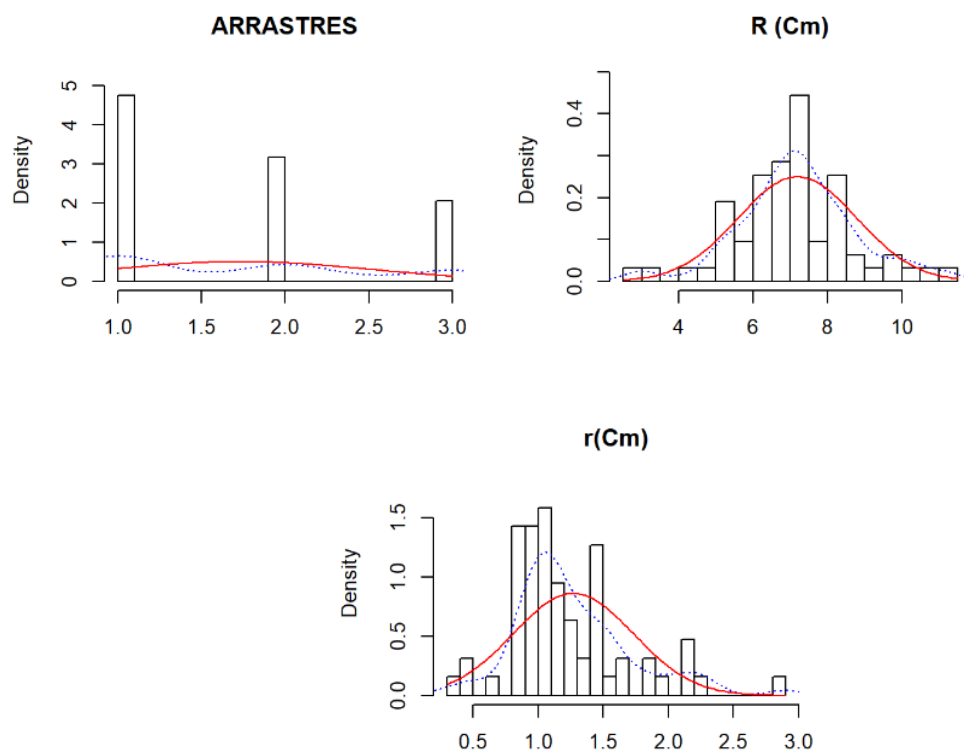
ARRASTRES	EPOCA	SECTOR	SUSTRATO	R (Cm)	r(Cm)
1	SECA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	6	0,5
1	SECA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	6,5	0,9
1	SECA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	6,5	1
1	SECA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	6,7	1
2	SECA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	7,2	1,1
2	SECA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	7,3	1,1
2	SECA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	7,5	0,9
3	SECA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	7,5	1,3
3	SECA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	7,5	1,2
3	SECA	PUNTA TERRAPLEN	ARENO FANGOSO	8	0,9
1	SECA	PUNTA BONITA	ARENOSO	5,3	1,5
1	SECA	PUNTA BONITA	ARENOSO	5,3	1
1	SECA	PUNTA BONITA	ARENOSO	5,5	1,5
1	SECA	PUNTA BONITA	ARENOSO	5,5	1,1
1	SECA	PUNTA BONITA	ARENOSO	6,2	1
1	SECA	PUNTA BONITA	ARENOSO	6,5	1
1	SECA	PUNTA BONITA	ARENOSO	6,5	1,1
2	SECA	PUNTA BONITA	ARENOSO	7	1,1
2	SECA	PUNTA BONITA	ARENOSO	7	1,1
2	SECA	PUNTA BONITA	ARENOSO	7,5	1,3
2	SECA	PUNTA BONITA	ARENOSO	8	1,2

**ANEXO C.** Descripción de los datos de densidad de *L. senegalensis* obtenidos en el muestreo.

	Vars	N	Mean	Sd	Median	Trimmed	Mad	Min	Max
Arrastres	1	63	1.730159	0.7871211	2.0	1.564103	1.48260	1.0	3.0
R(cm)	5	63	7.184127	1.5940622	7.1	7.164103	1.33434	2.8	11.3
r(cm)	6	63	1.268254	0.4620520	1.1	1.194872	0.29652	2.9	2.6



**ANEXO D.** Histogramas con distribución normal de las variables (arrastre, Radios mayor y Radio menor)



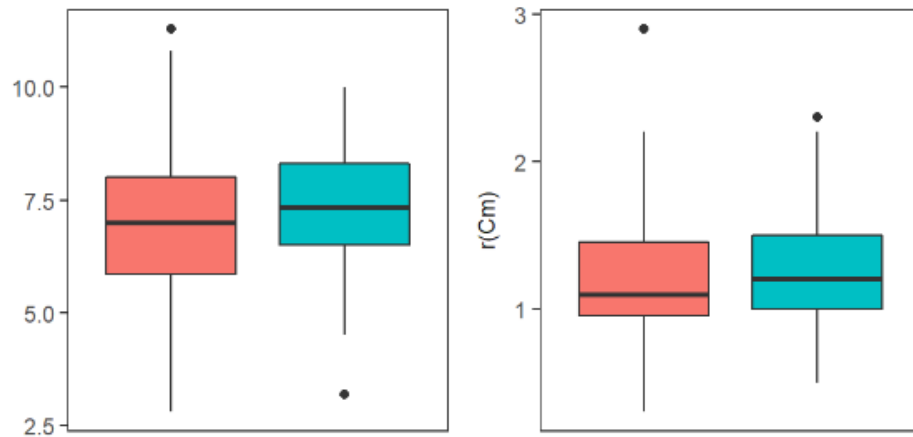
**ANEXO E.** Descripción de los datos de densidad de *L. senegalensis* por sector de muestreo

**DENSIDAD POR SECTOR**

Punta	Vars	N	Mean	Sd	Median	Trimmed	Mad	Min	Max
<b>Terraplén</b>									
Arrastres	1	36	1.69	0.79	1.50	1.65	0.74	1.0	3.0
R(cm)	5	36	7.28	1.40	7.31	6.91	1.26	3.2	10.0
r(cm)	6	36	1.31	0.43	1.24	1.14	0.37	0.5	2.3

Punta	Vars	N	Mean	Sd	Median	Trimmed	Mad	Min	max
<b>Bonita</b>									
Arrastres	1	27	1.78	0.80	2.0	1.65	1.48	1.0	3.0

R(cm)	5	27	7.06	1.54	7.0	6.91	1.48	2.8	11.3
r(cm)	6	27	1.21	0.51	1.1	1.14	0.30	0.3	2.9

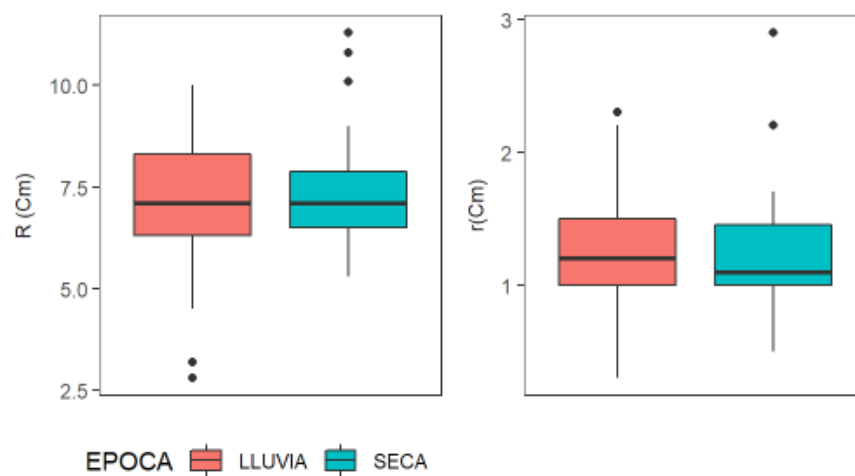


	item	group1	vars	n	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range
X11	1	PUNTA BONITA	1	3	0.0085714	0.0028571	0.0085714	0.0085714	0.004236	0.0057143	0.0114286	0.0057143
X12	2	PUNTA TERRAPLEN	1	3	0.0114286	0.0053026	0.0104762	0.0114286	0.005648	0.0066667	0.0171429	0.0104762

#### ANEXO F. Descripción de los datos de densidad de *L. senegalensis* por época climática.

Lluvia	Vars	N	Mean	Sd	Median	Trimmed	Mad	Min	Max
Arrastres	1	37	1.68	0.78	1.0	1.48	0.00	1.0	3.0
R(cm)	5	37	7.09	1.63	7.1	7.23	1.63	2.8	10.0
r(cm)	6	37	1.27	0.46	1.2	1.21	0.44	0.3	2.3

Seca	Vars	N	Mean	Sd	Median	Trimmed	Mad	Min	Max
Arrastres	1	26	1.81	0.00	2.0	1.69	1.48	1.0	3.0
R(cm)	5	26	7.32	1.56	7.1	7.09	1.11	5.3	11.3
r(cm)	6	26	1.26	0.47	1.1	1.16	0.22	0.5	2.9



**ANEXO G.** Estructura de tallas (regla de Sturges) de *L. senegalensis*, radio mayo R y su respectivo histograma.

---

Breaks

(1) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

---

Counts

(1) 1 1 2 9 17 10 3 2 1

---

Density

(1) 0.01587302 0.01587302 0.03174603 0.14285714 0.26984127 0.26984127

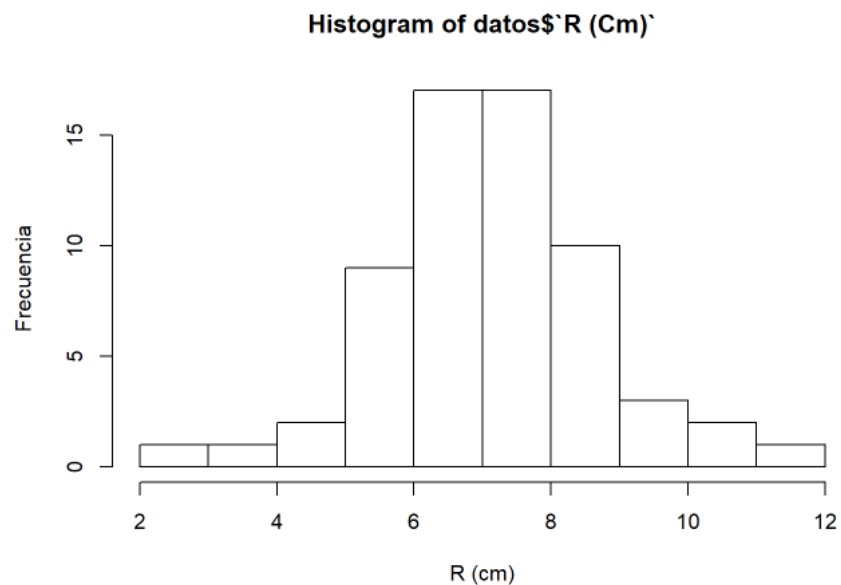
(7) 0.15873016 0.04761905 0.03174603 0.01587302

---

Mids

(1) 2.5 3.5 4.5 5.5 6.5 7.5 8.5 9.5 10.5 11.5

---



**ANEXO H.** Estructura de tallas (regla de Sturges) de *L. senegalensis*, radio menor  $r$  y su respectivo histograma.

---

Breaks

(1) 0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0

---

Counts

**(1)** 3 19 30 6 4 1

---

Density

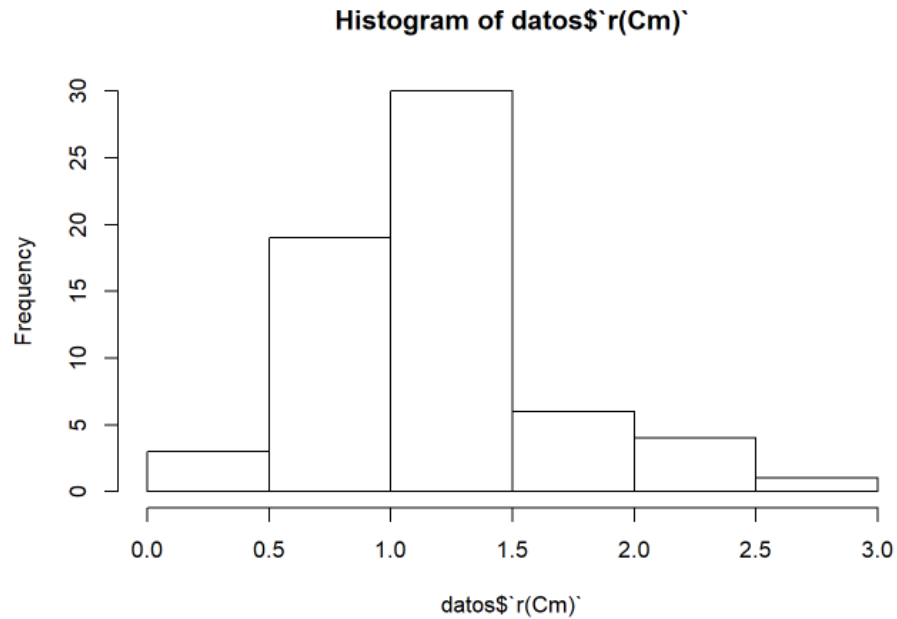
(1) 0.0952381 0.6031746 0.9523009 0.1904761  
0.1269841 0.0317460

---

Mids

(2) 0.25 0.75 1.25 1.75 2.25 2.75

---



## ANEXO I. ACP-análisis multivariado

Call:

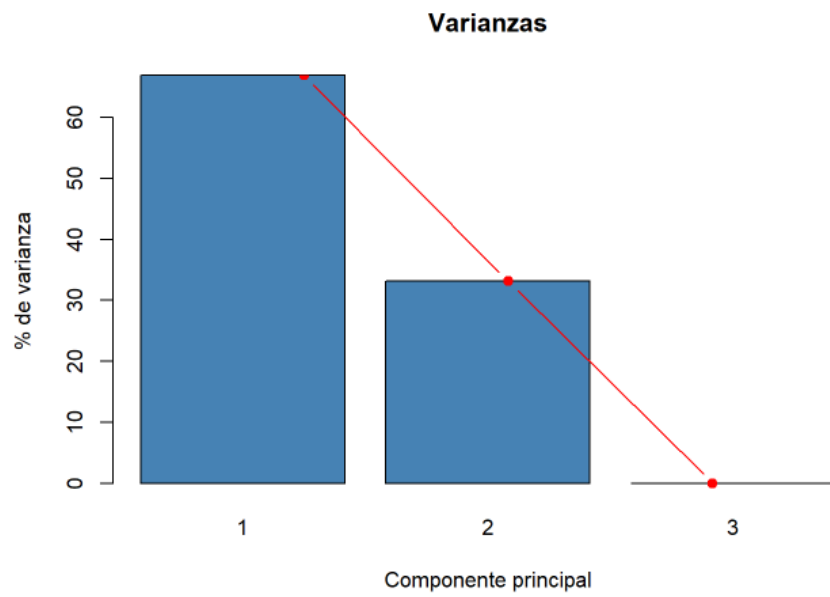
```
PCA(X = talla.R[-4], quali.sup = c(1, 2, 3), graph = FALSE)
```

Eigenvalues

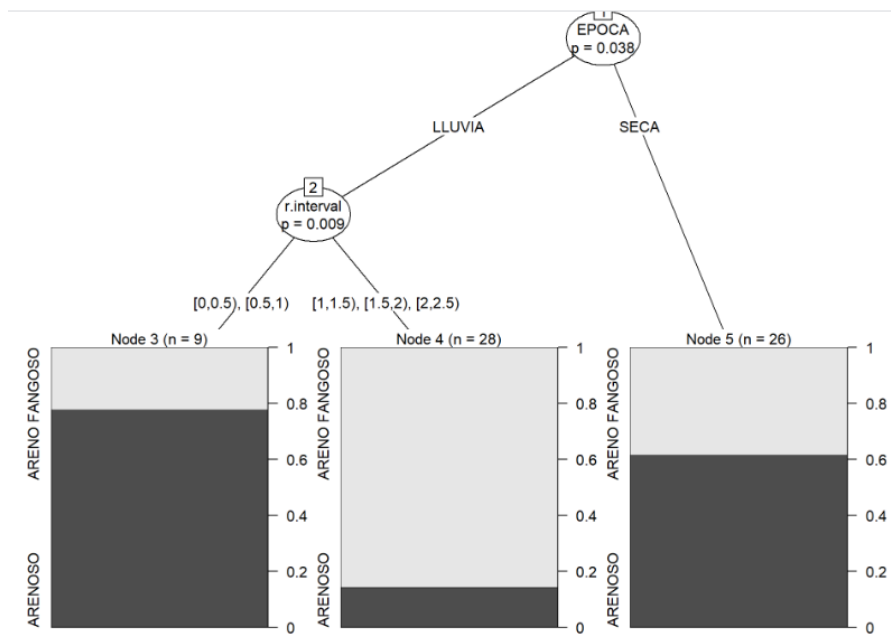
	Dim.1	Dim.2	Dim.3
Variance	2.007	0.993	0.000
% of var.	66.903	33.097	0.000
Cumulative % of var.	66.903	100.000	100.000

Individuals (the 10 first)

	Dist	Dim.1	ctr	cos2	Dim.2	ctr	cos2
1	2.421	-1.481	4.749	0.374	-1.916	16.073	0.626
2	1.079	-0.634	0.871	0.345	-0.873	3.338	0.655
3	1.383	-1.346	3.926	0.948	-0.316	0.436	0.052
4	1.710	1.702	6.277	0.991	-0.161	0.113	0.009
5	0.746	-0.516	0.576	0.478	0.539	1.272	0.522
6	2.265	-1.465	4.648	0.418	-1.728	13.069	0.582
7	1.801	-1.414	4.328	0.616	-1.116	5.451	0.384
8	1.593	-1.386	4.160	0.757	-0.786	2.707	0.243
9	3.236	3.186	21.992	0.970	-0.563	1.390	0.030
10	2.470	2.469	13.205	0.999	-0.067	0.020	0.001



**ANEXO J. Modelo de clasificación (árbol de decisión- algoritmo: party)**



**ANEXO K.** Pescadores del sur del golfo de Morrosquillo utilizando chinchorro camaronero.



**ANEXO L.** *Luidia senegalensis* como fauna acompañante de la pesca de interés comercial

